HIGHER SECONDARY

CHEMISTRY COMPANION

[*For Classes IX, X & XI*]

By

Prof. J. N. Ray, M. Sc.

NEW BOOK AGENCY

18/B, Shyama Charan De Street,

700 012

&

All Other Book-Sellers of Assam & West Bengal

West Bengal Board of Secondary Education

SYLLABUS IN CHEMISTRY

(For Higher Secondary Science Course)

For Class IX

Course Content	Notes
1. The role of Chemistry in modern life.	(D—Demonstration by teacher) Brief reference to contributions of Chemistry to : (a) improved health and sanitation, (b) supply of food-stuff, (c) increase in comfort, convenience and pleasures, (d) increased efficiency of technical processes etc.
2. Common laboratory processes : decantation, filtration, extraction, vapourization, crystallisation, distillation and sublimation. (Q. Nos. 14—18 ; 31—32 ; Misc. Q. 13)	D—Familiarity with : (i) Vessels for holding, and those for measuring liquids ; retort, Woulfe's bottle, evaporating dish, funnel etc. (ii) Burners. Heating and evaporating appliances. D—Relevant experiments and the use of these processes in preparing pure substances, etc.
3. (a) Physical states of matter ; melting and boiling points. (Q. Nos. 1, 22) (b) Identification of matter : Physical and chemical properties. (Q. No. 2)	D—To show how solids, liquids and gases differ in their physical properties (e g. touch, colour, smell, solubility, magnetic reaction, etc.) and chemical properties (e g. behaviour on heating, treatment with acids, alkalis, and other reagents.)

Course Content	Notes
(c) Physical and chemical changes. (Q. Nos. 3, 4, 5)	The following changes may be illustrative ; melting of ice and wax, burning of coal, conversion of water to steam, rusting of iron, magnetisation of iron, heating the filament of an electric bulb by electric current, heating of copper wire and platinum wire by Bunsen flame, slaking of lime.
(Q. Nos. 8, 9, 10 ; Misc. Q. 3—5)	Brief mention of factors that induce and regulate chemical change, e g, close contact, temperature, pressure, catalysis etc.
(d) Chemical compounds and mechanical mixtures. (Q No. 6)	D – Study of the difference between a mixture and a compound of iron and sulphur.
(e) Elements and compounds (Q. No 5)	
(f) Metals and non-metals. (Q. No 22)	Only an elementary idea at the stage.
4. Study of Air. (a) Air is not an element : it contains oxygen and nitrogen. (b) Proportion (by volume) of these gases in air. (Q. Nos. 33—36)	D – (i) Increase in weight during the burning of magnesium in air. (ii) Experiment with burning phosphorus in air inside a bell jar. (iii) Chart of Lavoisier's bell-jar experiment.
(c) Air is a mixture of oxygen and nitrogen. (Q. No. 3 ') Other gases present in the atmosphere. (Q. Nos. 39 (b), (c))	Only names of these gases are required.
5. Oxygen. (a) Preparation (from mercuric oxide and from potassium chlorate) ; catalysis (only defini-	

Course Content	Notes
tion and illustration.) commercial preparation from liquid air. (Q. Nos. 40, 46, 47. 48, 10 ; Misc. Q. 4—6)	Apparatus for liquefaction is not required, nor also details of fractionation of the liquid.
Properties and uses (Q. Nos 41, 42)	D—The burning of charcoal, sulphur, phosphorus, magnesium, sodium and iron. Testing the product with water and litmus.
(b) Oxide ; may be gaseous, solid or liquid. Acidic and basic oxides. (Q. Nos 43, 44, 45)	
6. Nitrogen. Preparation (from air and from ammonium compound), properties, atmospheric nitrogen is mixed with heavier and inert gases. (Q. Nos. 38, 39)	
7. Study of water. (i) Water as a solvent. (Q. Nos. 61, 62)	
(a) Solution-Separation of a solution into solute and solvent (by evaporation, distillation, crystallisation etc.) (Q. Nos. 11 ; 14—18; 27, 28)	Simple examples of fractional distillation will be included.
Atmospheric gases dissolved in water, their biological significance.	The emphasis is on the solubility of gases in water.
Solvents for fats, oils, paints and lacquers, (Q. Nos. 21, 56, 61)	No knowledge of the chemistry of the solutes or of the solvents is expected. The emphasis is on examples of solvents other than water.

Course Content	**Notes**
(b) Saturated, unsaturated, supersaturated solutions. (Q. Nos. 11—13)	D—Preparation of a supersaturated solution of sodium thiosulphate at the room temperature.
Concentration of solutions : solubility ; solubility curves. (Q. Nos. 23—26)	D—(i) Solubility at room temperature. (ii) Chart of apparatus for determination of solubility at temperatures higher and lower than room temperature.
(c) Qualitative study of the effects of temperature and pressure on solubility of gases in liquids ; and of the effect of solutes on freezing and boiling points of solvents. (Q. Nos. 21—22)	
(b) Colloidal solution and true solutions. (Q. Nos. 29, 30)	Simple ideas of size of particles. Some everyday examples of colloids.
(e) Water of crystallisation. (Efflorescence and deliquescence) (Q. Nos. 19—20)	D - Estimation of water of crystallisation (e. g of alum).
(f) Natural waters Purification of water. (Q. Nos. 56, 57, 58, 59, 60)	Mention to be made of hard and soft water which will be studied later.
(ii) Action of water on oxides of non-metals and metals. (Q. Nos 63, 66)	
(iii) Water as a compound. (Q. Nos. 64, 65)	
(a) Action of metals on water. (Q. Nos. 54, 63)	D—Action of sodium ; (evolved gas to be collected and burnt). Chart of action of steam on red-hot iron.

Course Content

(b) Electrolysis of water. Composition by volume.
(Q Nos 67, 68)

(c) Composition of water by weight. [Q. Nos. 69, 70 (a), (b)]

8 Hydrogen.

(a) Preparation (from dilute acids and from water), properties and uses.
(Q. Nos. 49—51 ; 53—55)

(b) Reduction in terms of removal of oxygen or addition of hydrogen ; oxidation in terms of the reverse processes.
(Q. Nos. 82—85 ; Misc. Q 6)

(c) Nascent state (elementary idea only). (Q No. 52)

9. (a) Atoms. Molecules. Elementary idea of atomic weight and molecular weight.
(Q. Nos. 7, 186)

Symbols, formulae, valency (definition and examples)
[Q. Nos. 72—75 (a), (b), (c)]

(b) Percentage composition.
(Pages 146—154 ; Exercise III)

(c) Calculation of empirical formula of a compound from its composition by weight,
(Q. 76 ; Pages 154—170 ; Exercise III)

Notes

D—(i) Action of hydrogen on heated copper oxide.

(ii) Chart of Dumas experiment.

Course Content	**Notes**
(d) Chemical equations. Simple calculations involving weights of substance in chemical reactions. (Pages 170—187 ; Exercise IV)	

FOR CLASS X

Course Content	**Notes**
1. Hydrogen peroxide ; preparation. properties and uses. (Q. Nos. 77—81)	(D—Demonstration by teacher) D—Apparatus for distillation under reduced pressure.
2 (a) Law of conservation of mass. (Q. Nos. 86—89)	D—Apparatus to show that it holds good for burning of charcoal, phosphorus or magnesium, as also for other types of reactions.
Laws of definite proportions and multiple proportions. Examples to illustrate the laws.	
(b) Dalton's Atomic Theory (Q. Nos. 90, 91(a) ; problems ; Pages 212—222 ; Exercise V ; Q. No 91)	Explanation of the laws of chemical combination by weight by this theory may well be omitted.
3. Nitrogen and its compounds. (i) Ammonia—Preparation (laboratory method, as also synthesis*), properties, uses.	*Descriptions of commercial plants not required.
Catalytic oxidation to nitric oxide and nitric acid*.	Refrigeration. Visit to an ice factory.
Ammonium salts—their uses, oxidation in the soil. (Q. Nos 92—98 ; 102)	
(ii) Sodium and potassium nitrates. Preparation of nitric acid (from nitrates and from ammonia) ; reactions of nitric acid (a) as an acid, (d) as an oxidising agent.	Only an elementary treatment of the action of nitric acid on metals in general is required.

Course Content	Notes
Nitrates ; action of heat on them. (Q. Nos. 99—105)	
(iii) Nitric oxide and nitrogen peroxide as reduction products of, and in relation to nitric acid.	Detailed study of these oxides is not required.
Use of nitrous oxide in anaesthesia (Q Nos. 106, 108)	
(iv) The nitrogen Cycle, Necessity of using nitrogeneous fertilizers. (Q No. 107)	D—Chart of the Nitrogen cycle.
3. 1. (a) Phosphorus as a chemical analogue of nitrogen.	Treatment of the contents not to exceed one page.
Preparation of phosphorus from phosphatic mineral ; white and red phosphorus. (Q Nos. 109—113)	
Tri—and pentoxide Orthophosphoric acid (only preparation from bone-ash and from phosphorus pentoxide) ; use of superphosphate of lime as manure.	
(b) Arsenic as another member of the same family ; use of arsenates and arsenites. (Q Nos 114—118)	Treatment only in a short paragraph.
4. Carbon and its oxides.	Only definition and illustration of allotropy required.
(a) Allotropic forms of carbon—uses of graphite and charcoal. (Q. Nos. 119—121)	D—Different allotropic forms. D—To show use of charcoal for absorbing gases, and for removing undesirable colouring matters
	D—Chart of lime-kiln.
(b) Chalk, limestone and marble, Laboratory and commer-	

Course Content	Notes
cial preparation of carbon dioxide ; its properties and uses. (Q. Nos 123—129 ; 122-123 ; 136, 138, 127 133)	Simple fire-extinguishers.
Carbonates and bicarbonates. (Q. No. 135)	
Composition of carbon dioxide by weight and by volume. (Q Nos. 124—126)	D—Washing soda and baking powder. D—Chart or assemblage of experimental arrangement.
The Carbon Cycle. Mineral waters. (Q Nos. 137, 56)	D Chart of the carbon or carbon dioxide cycle.
(c) Carbon monoxide preparation, properties and uses [Q Nos. 130—132, 133, 134, 138]	
5. Behaviour of gases—Boyle's law and Charles' Law. Gas equation. [Q. Nos. 129—141 ; Problems ; Pages 297—304 ; Exercise VI]	Experimental verification of these laws is not required in Chemistry.
6. Gay Lussac's Law of Gaseous Volume Q. No. 142]	
7. Avogadro's Law and its applications.	
(i) (a) Relation between molecular weight and vapour density.	
(b) Establishment of formulae of gases from their volumetric composition.	
(c) Determination of atomic weights of elements. Numerical problems.	
(ii) Gram-molecule, gram-molecular weight Problems. [Q. Nos. 143—150 ; 196 ; 201 ;	

Course Content	Notes
(c) Problems : [Pages 318 -328 ; Exercise VII]	
8. Simple calculations from equations of reacting weights on substances and volumes of gases. [Pages 330 —35? : Exercise VIII.]	
9. Chlorine and its compounds.	
(i) (a) Sodium chloride. Preparation and properties of hydrogen chloride ; volumetric composition. [Q Nos. 151, 152 —155, 164]	D—Apparatus for showing volumetric composition of the gas.
(b) Chlorine—Its production by the oxidation of hydrochloric acid and by electrolysis of the acid and of chlorides ; properties. [Q. Nos. 156—160 ; 163, 170]	Only the chemistry of Weldon's and Deacon's processes required.
(c) Bleaching powder. [Q. No 161 (a)]	
(ii) Fluorine, bromine and iodine as other members of the halogen family. [Q Nos 161 (c), 161 (d), 162]	Only preparation, use and formulae (without discussion) D--Bromine and iodine.
Use of aqueous hydrofluoric acid ; iodine in medicine. [Q. No. 161 (b)]	D—Etching of glass
10. Sulphur and its compounds.	Allotropic forms and the behaviour of sulphur on heating are not required.
(i) Sulphur : its extraction and uses. [Q. No. 165]	
(ii) Sulphur dioxide—preparation ; (a) by oxidation of sulphur and sulphide ores. (b) from sulphites. (c) from sulphuric acid. Properties ; uses as a bleaching agent and as a preservative. [Q. Nos 166—170 ; 183]	Description of burners not required.

Course Content

(iii) Sulphuric acid Chemistry of manufacture by lead chamber process and by contact process. Its properties (a) as an acid, (b) as a dehydrating agent.

[Q. Nos. 179, 180, 181 (a), (b). 176, 177.]

Sulphates. Alum

[Q. Nos. 178, 184, 185]

(iv) Hydrogen sulphide—preparation and properties. Use as a laboratory reagent.

[Q Nos. 171—175 ; 182]

Sulphides.

[Q. No. 184, 185]

Notes

Descriptions of commercial plant are not required.

FOR CLASS XI

(D—Demonstration by teacher)

1. (a) Equivalent weight—Equivalent of oxygen and carbon (Duma's experiments): determination of equivalents of metals: by replacement of hydrogen, by the addition or removal of oxygen, by analysis or synthesis of chlorides by displacement with another metal. Numerical problems.

[Q Nos. 187—197 ; 209 ; problems : Pages 433—450 ; Exercise IX]

(b) Equivalent weight and atomic weight.

(c) Determination of atomic weights as included under Avogadro's Law ; also application of Dulong and Petit's Law and law of isomorphism. Idea of exact atomic weight ; problems.

[Q. Nos. 198 -201 ; Problems ; Pages 454—463, Exercise—X]

Course Content

2. Electrolysis.

(a) Faraday's laws of electrolysis.

[Q. Nos. 206—208 ; Problems : Pages 478-494 Exercise XI]

(b) Ionic explanation of conductivity and of electrolysis.

[Q Nos 202—205, 205 (a) ; 209—210]

Acids, bases, salts, neutralisation ; acid salts, basic salts, neutral salts ; hydrolysis.

[Q Nos. 211-214]

3. Equivalent weight of acids, bases and salts. Standard (including normal) solution.

[Q Nos. 215—218 ; 21 (a)]

Simple acidimetry and alkalimetry.

[Pages 511—549 ; Exercise XII]

4. Elementary idea of atomic structure—protons, electrons, neutrons.

[Q Nos. 219, 221, 226—227]

Electro-valency and covalency.

(Q. Nos. 222—224)

Radio-activity. [Q. No. 220]

Isotopes. [Q. No. 225]

Oxidation and reduction in terms of electrons [Q. No. 228]

5. Metals and their compounds.

(i) Physical and chemical differences between metallic and non metallic elements.

[Q. Nos. 229, 230]

Notes

Cases of back titration, or of indirect estimations are not required at this stage.

The treatment of the course content should not exceed 24 pages.

Course Content	Notes
(ii) Extraction of metals from their compounds occuring in nature. [Q Nos 233—234]	Only mention of the different methods with examples and equations (where necessary)
(iii) Properties of metals. (a) Physical properties. Q. 29]	D—Exhibit the metals, sodium, calcium, magnesium, copper, zinc, aluminium, lead and iron.
(b) Electro-chemical series of the metals—Action of oxygen, water and dilute mineral acids.	
Displacement of metals from solutions of their salts with another metal.	Copper from copper sulphate solution with iron ; silver from a silver salt solution with zinc.
(c) Action of nitric acid, caustic soda and chlorine. [Q. No. 231]	
(iv) Alloys—Elementary ideas about preparation. Some common alloys *e. g.*, brass, bronze, german silver, duralumin, soft solders, type metal, alloy steels. [Q. No. 232]	Only qualitative composition and uses.
(v) Some common metals.	D—Charts showing preparation of different compounds from a basic compound occuring in nature. Individual compounds are to be read only to the extent indicated. Only Chemistry of extraction of metals ; commercial cells and furnaces are not required.
(a) Sodium Extraction, properties and uses [Q. Nos. 235, 236]	
Preparation of sodium sulphate, sodium carbonate (Solvay process),	

Course Content	Notes
caustic soda (electrolysis of brine, and lime method). Their uses. [Q. Nos 265, 237, 239]	
Preparation of glass. [Q. No. 267]	
(b) Magnesium—its extraction, properties and uses (light alloys). [Q. Nos. 240–242]	
(c) Calcium Extraction and Properties. [Q. Nos. 243—244]	Brief mention of cement and its use as a building material.
Preparation and uses of lime, Plaster of Paris. [Q. Nos. 245, 265, 266]	Only the principles of the different steps.
(d) Copper—Extraction from copper pyrites; properties and uses. [Q. Nos. 246, 247]	
Preparation of copper sulphate. [Q. No. 265]	
(e) Zinc—Principle of extraction from zinc blende: properties and uses (alloys; battery-making) [Q Nos. 248—250]	
Galvanizing (comparison with tinplating). [Q No. 251	
(f) Aluminium—Extraction from bauxite; properties and uses. [Q Nos. 252–253]	
Thermit process [Q. No 254].	
Preparation of aluminium oxide, chloride and sulphate. [Q No. 265]	
(g) Lead–Principle of extraction from galena; properties and use [Q. Nos. 255—256]	Purification of lead (elimination of arsenic, desilverisation electrolytic refining) not required.

Course Content	Notes
Preparation of litharge and red lead : action of dilute hydrochloric and nitric acids on them; uses. [Q. No. 257 (a)]	
White lead (formula only) is a pigment. [Q No 257 (b)]	
(h) Iron—Extraction in the Blast Furnace. [Q. No. 258]	D—Chart of Blast Furnace ; detailed description not required. Function of coke and limestone ; simple equations to explain reduction of iron by carbon monoxide and by carbon, and formation of calcium silicate slag.
Cast Iron, Wrought Iron and Steel. Principle of preparation of steel from cast iron (description of any of the process not required . [Q. Nos. 259—262]	
Properties of Iron—Rusting and rust-prevention. [Q. Nos 263, 264]	
Preparation of ferric oxide. [Q. No. 265]	
6. Carbon Compounds—Organic Chemistry.	Scope of the subject :—
1. Fuels : examples of solid, liquid and gaseous fuels.	The course content is to be covered in 24 to 32 pages.
(i) Chemistry of preparation of water gas and producer gas. [Q. No 268]	Commercial plants are not required.
(ii) Destructive distillation of coal—Coal-gas and by-products. [Q. No. 269]	Description of the gas works not required ; but mention should be made of the different stages—

Course Content | **Notes**

distillation, removal of tar and ammonia, removal of hydrogen sulphide. D—Chart.

Destructive distillation of wood, only products are to be mentioned. Q No. 270]

(iii) Products of fractional distillation of petroleum.

[Q. No. 271]

2. Hydrocarbons.

Preparation of methane, ethylene and acetylene. Properties.

[Q Nos. 272—275]

Saturated and unsaturated compounds, substitution and addition products. Q No 276]

Homologous series : illustration. Q. No. 276]

3. Halogen derivatives of hydrocarbon—examples : Chloroform, iodoform, ethylene dibromide are such compounds

[Q. No 277]

Preparation or reactions of these compounds are not required.

4. Methyl alcohol (preparation from wood distillation products). Ethyl alcohol (preparation from glucose)—methylated spirit.

Q Nos 279, 280]

Structural formulae of alcohols ; alcoholic hydroxyl group (with reference to the action of hydrochloric acid, sulphuric acid, organic acids, phosphorus pentachloride, and oxidising agents). Q Nos. 278, 281, 282]

Detailed study of these reactions not required.

D—chart to show the relationship between different classes of organic compounds.

Glycerol is an alcohol.

[Q. No. 278]

Course Content	**Notes**
5. Formaldehyde (preparation). Formalin ; bakelite ; plastics ; acetaldehyde (formula) [Q Nos. 283, 288, 291]	
5. (i) Acetone (preparation from wood distillation product). [Q No. 279 Structural formulae of Aldehydes and Ketones. [Q. Nos. 283, 290, 291]	Reactions of aldehydes and ketones not required. They are to be read only as products of oxidation of alcohols and products of reduction of acids.
6. Formic and acetic acids. Prepartion. Structural formulae. [Q. Nos. 284—287 ; 289]	
Some organic acids of everyday use (*e.g.* oxalic, citric, tartaric). [Q. No. 293]	Chemistry of these acids or their structural formulae not required.
7. Esters : Preparation : hodrolysis. Essences, Fats and olis ; soap. [Q. Nos. 294—295]	
8 Cellulose and starch. Importanceofcellulose products in the arts and industries.	Only a popular treatment in outline is required.
Sucrose and glucose. [Q. Nos. 297—299]	
9. Products of distillation of coal tar Q. No. 300]	
Peculiarity of benzene and its homologues. Ring and chain compounds [Q. No. 301]	
Some derivatives of benzene, some dyes, antiseptics, medicinals etc. prepared from them. [Q. No. 302]	
10. Food. Proximate principles of food Nutrition ; balanced diet. Vitamins ; Digestion. [Q. Nos. 303—305]	Only a popular treatment in outline is required.

CONTENTS

Contents for Numerical Examples Only

CHEMISTRY COMPANION

[প্রশ্নোত্তরে রসায়ন]

CHAPTER I

Matter—its properties, changes and classification

[পদার্থ—উহার ধর্ম, পরিবর্তন ও শ্রেণীবিভাগ]

Q. 1. (a) What is matter ? What are the different states of matter ? (b) What do you mean by physical and chemical properties of matter ?

[(a) পদার্থ কাহাকে বলে ? উহার বিভিন্ন অবস্থা কি কি ? (b) পদার্থের ভৌত বা অবস্থাগত এবং রাসায়নিক ধর্ম বলিতে কি বোঝ ?]

Ans. (a) **পদার্থ** (Matter)—যাহার ওজন আছে, যাহা কিছু পরিমাণ স্থান অধিকার করিয়া থাকে এবং যাহার মধ্যে গতিবেগ সঞ্চারিত করা যায় তাহাকে **পদার্থ** বলে। পদার্থমাত্রই ইন্দ্রিয়গ্রাহ্য।

পদার্থের অবস্থা (States of matter)—পদার্থ তিন প্রকার অবস্থায় থাকে ; যথা—কঠিন (solid), তরল (liquid) এবং গ্যাসীয় (gaseous)।

কঠিন পদার্থের একটি নির্দিষ্ট আকার ও আয়তন আছে এবং উহার দৃঢ়তা আছে। তরল পদার্থের আকার নাই কিন্তু নির্দিষ্ট আয়তন আছে। তরল পদার্থ যে পাত্রে রাখা হয় সেই পাত্রের আকার ধারণ করে। ইহা সর্বদা নীচের দিকে প্রবাহিত হয় এবং উহার উপরিভাগ সর্বদা সমতল। গ্যাসীয় পদার্থের নির্দিষ্ট আকার বা আয়তন নাই। যে পাত্রে রাখা হয় গ্যাসীয় পদার্থ তাহার আকার ও আয়তন উভয়ই গ্রহণ করে।

পদার্থের এই তিন অবস্থা তাপ ও চাপের তারতম্যের উপর নির্ভর করে। সাধারণভাবে তাপ-প্রয়োগে পদার্থ কঠিন হইতে তরল, অধিকতর তাপ-প্রয়োগে

তরল হইতে গ্যাসীয় অবস্থা প্রাপ্ত হয়। শীতল করিলে আবার বিপরীত অবস্থা প্রাপ্ত হয় :

	তাপ-প্রয়োগ		তাপ-প্রয়োগ	
কঠিন	⇄	**তরল**	⇄	**গ্যাস**
	তাপ-হ্রাস		তাপ-হ্রাস	

(b) **পদার্থের ধর্ম : ভৌত বা অবস্থাগত ও রাসায়নিক** (Properties of matter—physical and chemical) : প্রত্যেক পদার্থের নিজস্ব কতকগুলি গুণ বা ধর্ম (properties) আছে, যাহা দ্বারা পদার্থগুলি সনাক্ত করা যায়। যে সমস্ত ধর্মের সাহায্যে পদার্থের কেবলমাত্র বাহ্যিক অবস্থা বুঝা যায়, তাহাদের **ভৌত** বা **অবস্থাগত ধর্ম** বলে। যথা—ভৌত অবস্থা, বর্ণ, গন্ধ, স্বাদ, স্পর্শ, দ্রবণীয়তা বা দ্রাব্যতা, চৌম্বক ধর্ম, গলনাংক, স্ফুটনাংক। জল বর্ণহীন, স্বাদহীন স্বচ্ছ তরল পদার্থ; সাধারণ বায়ুচাপে ইহার স্ফুটনাংক 100°C ও হিমাংক 0°C। এইগুলি জলের ভৌত ধর্ম।

যে সমস্ত ধর্ম প্রকাশ করিতে পদার্থ সম্পূর্ণ পরিবর্তিত হইয়া নূতন পদার্থে পরিণত হয় তাহাদের **রাসায়নিক ধর্ম** বলে। যথা—হলুদ বর্ণের কঠিন গন্ধক বাতাসে পোড়াইলে সালফার ডাই-অক্সাইড নামক বর্ণহীন, ঝাঁঝাল গন্ধবিশিষ্ট একটি গ্যাস উৎপন্ন হয়। ইহা গন্ধকের রাসায়নিক ধর্ম।

Q 2. Illustrate with examples, how the physical and chemical properties may be used for the identification of matter.

[ভৌত ও রাসায়নিক ধর্মগুলির সাহায্যে পদার্থের স্বরূপ নিরূপণ কিরূপে সম্ভব তাহা কয়েকটি উদাহরণ দ্বারা বুঝাইয়া দাও।]

Ans. পদার্থের স্বরূপ নিরূপণ (Identification of matter)— নিম্নলিখিত উদাহরণ হইতে বুঝা যায় কিরূপে পদার্থের ধর্ম উহাদের সনাক্তকরণে সাহায্য করে।

ভৌত ধর্মের সাহায্যে : ভৌত অবস্থা—সাধারণ তাপমাত্রায় কতকগুলি পদার্থ কঠিন, যথা—গন্ধক, আয়োডিন, লৌহ, তামা ইত্যাদি; কতকগুলি তরল, যথা—জল, গ্লিসারিন, কোহল, তৈল ইত্যাদি; কতকগুলি গ্যাসীয়, যথা হাইড্রোজেন, অক্সিজেন, কার্বন ডাই-অক্সাইড ইত্যাদি।

বর্ণ—কঠিন পদার্থের মধ্যে চকখড়ি, চিনি সাদা ; তুঁতে নীল, গন্ধক, হলুদ। তরল পদার্থের মধ্যে জল বর্ণহীন, ব্রোমিন লাল। গ্যাসীয় পদার্থের মধ্যে অক্সিজেন বর্ণহীন, ক্লোরিন সবুজাভ হলুদ।

গন্ধ—অধিকাংশ কঠিন পদার্থের গন্ধ নাই। জল গন্ধহীন ; কোহল, তৈল প্রভৃতি বিশিষ্ট গন্ধযুক্ত। হাইড্রোজেন, অক্সিজেন গন্ধহীন ; অ্যামোনিয়া ও ক্লোরিনের বিশিষ্ট গন্ধ আছে।

স্বাদ –চিনি মিষ্টি, লবণ নোন্‌তা ; জল স্বাদহীন, গ্লিসারিনের সামান্য মিষ্টি স্বাদ।

স্পর্শ—বালি কর্কশ, ময়দা মোলায়েম।

দ্রবণীয়তা বা দ্রাব্যতা—বালি জলে অদ্রবণীয়, চিনি জলে দ্রবণীয়। গন্ধক জলে অদ্রবণীয়, কিন্তু কার্বন ডাই-সালফাইডে দ্রবণীয়। হাইড্রোজেন জলে অদ্রবণীয়, অ্যামোনিয়া গ্যাস জলে দ্রবণীয়।

চৌম্বক ধর্ম—লৌহ, নিকেল, কোবল্ট চুম্বক দ্বারা আকৃষ্ট হয়।

গলনাংক ও স্ফুটনাংক—নির্দিষ্ট বায়ু-চাপে বিশুদ্ধ কঠিন পদার্থের গলনাংক ও বিশুদ্ধ তরল পদাথের স্ফুটনাংক নির্দিষ্ট।

রাসায়নিক ধর্মের সাহায্যে ঃ তাপের ক্রিয়া—তাপের প্রভাবে বিভিন্ন পদার্থের নানা প্রকার পরিবর্তন হয়। নীল তুঁতে উত্তপ্ত করিলে সাদা হয়। সবুজ হিরাকষ উত্তপ্ত করিলে তীব্র গ্যাস বাহির হয় এবং লাল পদার্থে পরিণত হয়। মারকিউরিক অক্সাইড উত্তপ্ত করিলে বর্ণহীন, গন্ধহীন অক্সিজেন নির্গত হয় ও ধাতব মারকারি-অবশিষ্ট থাকে।

অ্যাসিডের ক্রিয়া—জিংক, ম্যাগনেসিয়াম, লৌহ ইত্যাদি ধাতু লঘু হাই-ড্রোক্লোরিক বা সালফিউরিক অ্যাসিডে দ্রবীভূত হইয়া হাইড্রোজেন গ্যাস উৎপন্ন করে। ফেরাস সালফাইডে লঘু অ্যাসিড দিলে পচা ডিমের গন্ধযুক্ত বর্ণহীন হাইড্রোজেন সালফাইড গ্যাস, কার্বনেট লবণে লঘু অ্যাসিড দিলে কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্যাস নির্গত হয়।

ক্ষারের ক্রিয়া—জিংক, টিন কতকগুলি ধাতু ক্ষারে দ্রবীভূত হয় কিন্তু ম্যাগনে-সিয়াম, লৌহ ইত্যাদি ধাতু দ্রবীভূত হয় না। অ্যামোনিয়াম লবণের সহিত ক্ষার মিশ্রিত করিয়া উত্তপ্ত করিলে অ্যামোনিয়া গ্যাস নির্গত হয়।

অন্যান্য বিকারকের ক্রিয়া—হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডে সিলভার নাইট্রেট দ্রবণ মিশাইলে সাদা ভারী অধঃক্ষেপ পাওয়া যায়। সালফিউরিক অ্যাসিড দ্রবণে বেরিয়াম ক্লোরাইড দিলে সাদা অধঃক্ষেপ আসে। লেড-লবণের জলীয় দ্রবণে পটাসিয়াম আয়োডাইড দিলে হলুদ অধঃক্ষেপ আসে।

এইরূপে বিভিন্ন ভৌত ও রাসায়নিক ধর্মের সাহায্যে পদার্থের স্বরূপ নিরূপণ করা সম্ভব।

Q. 3. What are the characteristics of physical and chemical changes? Give suitable illustrations.

—H. S. 1965, '69, '70 (comp.), '71 (comp.), '72

[অবস্থাগত বা ভৌত পরিবর্তন ও রাসায়নিক পরিবর্তনের বৈশিষ্ট্য কি কি? উপযুক্ত উদাহরণ দাও।]

Ans. ভৌত পরিবর্তনের বৈশিষ্ট্য	রাসায়নিক পরিবর্তনের বৈশিষ্ট্য
(1) যে পরিবর্তনে পদার্থ কোন নূতন পদার্থে পরিণত হয় না, কেবলমাত্র উহার বাহ্যিক পরিবর্তন ঘটে তাহাকে **অবস্থাগত** বা **ভৌত পরিবর্তন** বলে। এই পরিবর্তনে পদার্থের অণুর গঠনে কোন পরিবর্তন হয় না।	(1) যে পরিবর্তনে পদার্থ স্থায়িভাবে নূতন ধর্মবিশিষ্ট পদার্থে পরিণত হয় তাহাকে **রাসায়নিক পরিবর্তন** বলে। এই পরিবর্তনে পদার্থের অণুর গঠনে পরিবর্তন হয়।
(2) ভৌত পরিবর্তন অস্থায়ী। সহজ উপায়ে পরিবর্তিত পদার্থটিকে পূর্বাবস্থায় ফিরাইয়া নেওয়া যায়।	(2) রাসায়নিক পরিবর্তন স্থায়ী। সহজ উপায়ে উৎপন্ন পদার্থটিকে পূর্বাবস্থায় ফিরাইয়া নেওয়া যায় না।
(3) এই পরিবর্তনে তাপের উদ্ভব বা শোষণ হইতেও পারে, আবার নাও হইতে পারে।	(3) রাসায়নিক পরিবর্তনে তাপের উদ্ভব বা শোষণ হইবেই।
(4) পদার্থের ওজনের কোন পরিবর্তন হয় না।	(4) মূল পদার্থ ও পরিবর্তনের ফলে গঠিত নূতন পদার্থের ওজনের তারতম্য ঘটে।

ভৌত পরিবর্তনের উদাহরণ—(1) জল উত্তপ্ত করিলে বাষ্পে পরিণত হয়। ইহাতে জলের অবস্থার প্রকারভেদ ঘটিয়াছে কিন্তু জল ও বাষ্পের অণুগুলি একই। বাষ্পকে শীতল করিলে আবার একই জল পাওয়া যায়। সাধারণ অবস্থায় বরফ রাখিলে উহা ধীরে ধীরে গলিয়া জলে পরিণত হয়, আবার শীতল করিলে জল জমিয়া বরফে পরিণত হয়। কোন ক্ষেত্রেই পদার্থের কোন আমূল পরিবর্তন হয় না। সুতরাং এই পরিবর্তনগুলি ভৌত পরিবর্তন।

(2) ইলেকট্রিক বাল্‌বের সরু তারের মধ্য দিয়া তড়িৎ প্রবাহিত হইলে তারটি ভাস্বর হইয়া আলোক বিকীরণ করে। তড়িৎ-প্রবাহ বন্ধ হইলে তারের আলোক বিকীরণের ক্ষমতা আর থাকে না। এই পরিবর্তনে তারটি যে সকল অণু দ্বারা গঠিত তাহাদের কোন পরিবর্তন হয় নাই ; শুধু বাহ্যিক অবস্থাগত ধর্মের পরিবর্তন হইয়াছে। তারের ওজনের কোন পরিবর্তন হয় নাই। অতএব, ইহা ভৌত পরিবর্তন।

(3) একটি নরম লৌহদণ্ডের চারিদিকে অন্তরিত তার জড়াইয়া উহার ভিতর দিয়া তড়িৎ প্রবাহিত করাইলে লৌহটি চুম্বকে পরিণত হয়। তখন উহা লৌহের টুকরা আকর্ষণ করে। তড়িৎ-প্রবাহ বন্ধ করিলে উহার চুম্বকত্ব লোপ পায়। এখানে লৌহের ধর্মের কোন আমূল ও স্থায়ী পরিবর্তন হয় না। সুতরাং, ইহা ভৌত পরিবর্তন।

রাসায়নিক পরিবর্তনের উদাহরণ—(1) অ্যাসিডমিশ্রিত জলের ভিতর দিয়া তড়িৎ প্রবাহিত করাইলে জল হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন গ্যাসে পরিণত হয়। হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন মৌলিক পদার্থ ; ইহাদের ধর্ম যৌগিক পদার্থ জলের ধর্ম হইতে সম্পূর্ণ পৃথক। এই পরিবর্তন স্থায়ী—সহজ উপায়ে হাইড্রোজেন ও অক্সিজেনকে জলে পরিণত করা যায় না। সুতরাং তড়িৎ দ্বারা জলের বিশ্লেষণ একটি রাসায়নিক পরিবর্তন।

(2) চুনের মধ্যে জল দিলে উত্তপ্ত হইয়া জল ফুটিতে আরম্ভ করে এবং চুন নরম কাদার মত একটি পদার্থে (কলিচুনে) পরিণত হয়। চুন ও কলিচুন সম্পূর্ণ ভিন্ন পদার্থ। চুনে ক্যালসিয়াম ও অক্সিজেন আছে, কলিচুনে ক্যালসিয়াম, অক্সিজেন ও হাইড্রোজেন আছে। চুন ও কলিচুনের ওজনের তারতম্য হয়। ইহাতে তাপের উদ্ভব হয়। ইহা একটি রাসায়নিক পরিবর্তন।

(3) এক খণ্ড লৌহকে বহুদিন ধরিয়া আর্দ্র বায়ুতে রাখিয়া দিলে উহার উপর বাদামী রঙের একটি আস্তরণ পড়ে, ইহাকে মরিচা বলে। লৌহ ও মরিচার ধর্ম ভিন্ন ; লৌহ চুম্বক দ্বারা আকৃষ্ট হয়, মরিচা হয় না। সহজ উপায়ে মরিচাকে আবার লৌহে পরিণত করা যায় না। ইহাতে ওজনের তারতম্য ঘটে। সুতরাং মরিচা ধরা একটি রাসায়নিক পরিবর্তন।

Q 4. To what class the following changes belong—physical or chemical ? Give reasons.

[নিম্নলিখিত পরিবর্তনগুলি ভৌত অথবা রাসায়নিক—কোন শ্রেণীর অন্তর্ভুক্ত তাহা যুক্তিসহ বল।]

(1) Common salt or sugar is shaken with water until no further solid remains. [সাধারণ লবণ বা চিনি জলের সহিত মিশাইয়া নাড়িয়া দেওয়া হইল এবং উহা অদৃশ্য হইয়া গেল।] —H. S. 1970 (comp.), '72

(2) A piece of sodium floats on water, finally disappearing. [এক টুকরা সোডিয়াম জলের উপর ভাসিতে ভাসিতে অদৃশ্য হইয়া গেল।]

(3) A piece of copper wire is heated in a Bunsen flame until the blue colour of the flame disappears. [এক টুকরা তামার তার বুনসেন শিখায় উত্তপ্ত করা হইল যতক্ষণ না শিখার নীল বর্ণ অদৃশ্য হয়।]
—H S 1970 (comp.), '72

(4) On dropping a few crystals of iodine in a heated flask, it is filled with violet vapours. [একটি উত্তপ্ত ফ্লাস্কে কয়েকটি আয়োডিনের স্ফটিক ফেলিলে ফ্লাস্কটি বেগুনী বাষ্পে পূর্ণ হইয়া যায়।]

(5) A piece of magnesium wire burns in air. [এক টুকরা ম্যাগনেসিয়াম ফিতা বাতাসে জ্বলিতেছে।] —H. S. 1966 (comp.)

(6) A candle is burning with flame. [একটি মোমবাতি শিখাসহ জ্বলিতেছে।]

(7) **Burning of kerosine oil.** [কেরোসিন তৈলের দহন।]

(8) **Distillation of water.** [জলের পাতন।]

(9) Dissolution of copper in nitric acid. [নাইট্রিক অ্যাসিডে তামা দ্রবীভূত হওয়া।]

(10) Heating a piece of limestone. [চুনা-পাথর উত্তপ্ত করা।]

(11) When cane-sugar is heated, a black mass is left. [চিনি উত্তপ্ত করিলে কালো পদার্থ অবশিষ্ট থাকে।]

(12) Electric current is sent through fused common salt. [গলিত সাধারণ লবণের মধ্যে তড়িৎ প্রবাহিত করা হইল।]

(13) Magnetisation of iron. [লৌহের চুম্বকন।]

—H. S 1966 (comp.) ; 1970 (comp.) ; '71 (comp.)

(14) Heating the filament of an electric bulb by passing electric current. [তড়িৎ-প্রবাহের সাহায্যে ইলেকট্রিক বাল্‌বের সরু তার উত্তপ্ত করা।]

—H. S. 1966 (comp) ; 1969

(15) Heating of camphor [কর্পূর উত্তপ্ত করা।]

—H S. 1966 (comp.)

(16) Iron rusts. [লোহাতে মরিচা পড়া।] —H S. 1971 (comp.), '72

(17) Lime is added to water. [জলের সঙ্গে চুন মিশ্রিত হয়।]

—H. S. 1969 ; 1972

(18) A platinum wire is heated in a Bunsen flame. [বুনসেন শিখায় প্লাটিনাম তার উত্তপ্ত করা হয়।] —H. S. 1972

(19) Clear lime water kept exposed to air in a basin gradually turns milky. [বেসিনে করিয়া স্বচ্ছ চুন-জল বায়ুতে রাখিলে ক্রমশঃ ঘোলা হইয়া যায়।] —H. S. 1971 (comp.)

(20) Electric current is passed through acidulated water. [অ্যাসিড মিশ্রিত জলের মধ্য দিয়া তড়িৎ-প্রবাহ চালনা করা হইল।]

—H. S. 1970 (comp)

(21) Ice melts to water. [বরফ গলিয়া জলে পরিণত হয়।]

—H. S. 1971 (comp.)

(22) When coal burns. [কয়লা যখন জলে।] —H. S. 1969 ; '72

Ans. (1) সাধারণ লবণ বা চিনি যখন জলে দিয়া নাড়িয়া দেওয়া হয় তখন ইহা অদৃশ্য হইয়া যায়। সাধারণ লবণ বা চিনি জলে দ্রবীভূত হইয়া গিয়াছে। দ্রবীভূত থাকা অবস্থায় লবণ বা চিনির গঠনের বা মূল ধর্মের কোন পরিবর্তন হয় না। জল বাষ্পীভূত করিয়া সাধারণ লবণ বা চিনি ওজনে ও গঠনে অপরিবর্তিত অবস্থায় ফিরিয়া পাওয়া যায়। সুতরাং, লবণ বা চিনি জলে দ্রবীভূত হওয়া একটি ভৌত পরিবর্তন।

(2) এক টুক্‌রা সোডিয়াম জলের উপর ফেলিলে জলের সহিত সোডিয়ামের রাসায়নিক ক্রিয়া হয় এবং হাইড্রোজেন গ্যাস ও সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড উৎপন্ন হয়। এই পরিবর্তনে তাপের উদ্ভব হয়। উৎপন্ন পদার্থ দুইটির ধর্ম ও গঠন সোডিয়াম বা জলের ধর্ম ও গঠন হইতে সম্পূর্ণ পৃথক। এই পরিবর্তন স্থায়ী। সুতরাং ইহা একটি রাসায়নিক পরিবর্তন।

(3) একটি তামার তার বুনসেন শিখায় উত্তপ্ত করিলে শিখার বর্ণ নীল হয়। কিছুক্ষণ উত্তপ্ত করিবার পর নীল বর্ণ আর থাকে না। তামা (কপার) অক্সিজেনের সহিত সংযুক্ত হইয়া কপার অক্সাইড নামে একটি কালো পদার্থ উৎপন্ন করে। কপার অক্সাইড সম্পূর্ণ নূতন ধর্মবিশিষ্ট একটি পদার্থ। এই পরিবর্তন স্থায়ী ; সুতরাং ইহা একটি রাসায়নিক পরিবর্তন।

(4) কঠিন আয়োডিন উত্তপ্ত ফ্লাস্কের সংস্পর্শে আসিয়া বাষ্পীভূত হয়। আয়োডিন বাষ্পের বর্ণ বেগুনী। বাষ্প শীতল হইলে ইহা আবার কঠিন আয়োডিনে পরিণত হয়। এই পরিবর্তনে আয়োডিনের ধর্মের কোন মূল পরিবর্তন হয় না—কেবলমাত্র অবস্থার প্রকারভেদ ঘটে। ইহা আয়োডিনের ঊর্ধ্ব-পাতন এবং ইহা ভৌত পরিবর্তন।

(5) এক টুক্‌রা ম্যাগনেসিয়াম বাতাসে জ্বলিলে উহা অক্সিজেনের সহিত সংযুক্ত হইয়া ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইডে (সাদা ভস্ম) পরিণত হয়। ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইডের ধর্ম ম্যাগনেসিয়াম বা অক্সিজেনের ধর্ম হইতে সম্পূর্ণ পৃথক। ইহাকে সহজ পদ্ধতিতে ইহার উপাদান ম্যাগনেসিয়াম ও অক্সিজেনে পরিণত করা যায় না। উৎপন্ন ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইডের ওজন ম্যাগনেসিয়াম ওজন অপেক্ষা বেশী। এই পরিবর্তনে তাপের উদ্ভব হয়। সুতরাং, এই পরিবর্তন একটি রাসায়নিক পরিবর্তন।

(6) যখন একটি মোমবাতি শিখা সহ জ্বলিতে থাকে তখন ভৌত ও রাসায়নিক, উভয় পরিবর্তনই ঘটে। প্রথমে কঠিন মোম গলিয়া তরলে পরিণত হয়—ইহা ভৌত

পরিবর্তন। কারণ ইহাতে মোমের ধর্মের ও গঠনের কোন পরিবর্তন না হইয়া কেবল অবস্থার পরিবর্তন হয়। গলিত মোম শীতল করিলে উহা আবার কঠিন মোমে পরিণত হয়। তারপর এই গলিত মোম অক্সিজেনে জ্বলিয়া কার্বন ডাই-অক্সাইড ও জলীয় বাষ্পে পরিণত হয়। উৎপন্ন পদার্থ দুইটির ধর্ম ও গঠন মোমের ধর্ম ও গঠন হইতে সম্পূর্ণ ভিন্ন। কার্বন ডাই-অক্সাইড ও জলীয় বাষ্পকে মোমে পরিণত করা যায় না। ইহাতে তাপের উদ্ভব হয়। সুতরাং ইহা একটি রাসায়নিক পরিবর্তন।

(7) কেরোসিন তৈলের দহনে যখন আলো উৎপন্ন হয় তখন উহা কার্বন ডাই-অক্সাইড ও জলীয় বাষ্প এই দুইটি নূতন পদার্থে পরিণত হয়। [উপরে (6-এর শেষাংশ) যুক্তি দেখাইয়া বলা যায় যে কেরোসিন দহনে রাসায়নিক পরিবর্তন ঘটে।]

(8) জলকে ফুটাইয়া বাষ্পে পরিণত করা হয় এবং সেই বাষ্পকে পুনরায় শীতল করিয়া আবার জলে পরিণত করা হয়। ইহাই জলের পাতনের নীতি। পাতন ক্রিয়ায় জলের যে পরিবর্তন হয় তাহা ভৌত পরিবর্তন। কারণ, জল ও বাষ্পের অণুগুলি একই ; ইহাতে কেবল জলের অবস্থার প্রকারভেদ ঘটিয়াছে।

(9) নাইট্রিক অ্যাসিডের সহিত তামা মিশাইলে গাঢ় বাদামী বর্ণের গ্যাস নির্গত হয় এবং তামা দ্রবীভূত হইয়া যায়। অবশিষ্ট তরলের বর্ণ নীল হয়। তামা অ্যাসিডের সহিত রাসায়নিক ক্রিয়া করিয়া কপার নাইট্রেটে পরিণত হইয়াছে এবং নাইট্রোজেন ডাই-অক্সাইড গ্যাস উৎপন্ন হইয়াছে। অবশিষ্ট তরল সম্পূর্ণ বাষ্পীভূত করিলে যে কঠিন পদার্থ পাওয়া যায় তাহা কপার নাইট্রেট—তামা হইতে সম্পূর্ণ পৃথক। উৎপন্ন পদার্থ দুইটি হইতে সহজে তামা বা নাইট্রিক অ্যাসিড ফিরিয়া পাওয়া সম্ভব নহে। সুতরাং ইহা রাসায়নিক পরিবর্তন।

(10) চুনা-পাথর (ক্যালসিয়াম কার্বনেট) উত্তপ্ত করিলে ক্যালসিয়াম অক্সাইড ও কার্বন ডাই-অক্সাইড নামক দুইটি নূতন ধর্মবিশিষ্ট পদার্থ উৎপন্ন হয়। এই পরিবর্তনে চুনা-পাথরের আমূল পরিবর্তন হইয়াছে। সুতরাং, ইহা একটি রাসায়নিক পরিবর্তন।

(11) সাদা চিনি উত্তপ্ত করিলে উহা কালো কার্বন ও জলে পরিণত হয়। চিনি ও কার্বন দুইটি সম্পূর্ণ বিভিন্ন পদার্থ। চিনি সাদা, কার্বন কালো ; চিনি মিষ্টি ও জলে দ্রবণীয়, কার্বন স্বাদহীন ও জলে অদ্রবণীয়। কার্বন ও জল হইতে চিনি ফিরিয়া পাওয়া যায় না। সুতরাং ইহা রাসায়নিক পরিবর্তন।

(12) গলিত সাধারণ লবণের (সোডিয়াম ক্লোরাইড) ভিতর দিয়া তড়িৎ প্রবাহিত করিলে উহা সোডিয়াম ধাতু ও সবুজাভ হলুদ বর্ণের ক্লোরিন গ্যাসে পরিণত হয়। সোডিয়াম ও ক্লোরিন—এই মৌলিক পদার্থ দুইটি সাধারণ লবণ হইতে সম্পূর্ণ ভিন্ন ; সুতরাং, সাধারণ লবণের তড়িৎ বিশ্লেষণ একটি রাসায়নিক পরিবর্তন।

(13) ও (14)—Q. 3-এ ভৌত পরিবর্তনের যথাক্রমে (3) নং ও (2) নং উদাহরণ দেখ।

(15) ঊর্ধ্বপাতন—ভৌত পরিবর্তন ; এই প্রশ্নের (4) অংশ দেখ।

(16) 3 নং প্রশ্নোত্তরের (3) নং রাসায়নিক পরিবর্তন দেখ।

(17) 3 নং প্রশ্নোত্তরের 2 নং রাসায়নিক পরিবর্তন দেখ।

(18) প্লাটিনাম-তারকে বুনসেন শিখায় উত্তপ্ত করিলে তারটি প্রথমে লাল হয়, পরে ভাস্বর হইয়া উঠিয়া আলো বিকীরণ করে। শীতল করিলে তারটি পূর্বাবস্থায় ফিরিয়া আসে। তারটির ওজনের কোনরূপ পরিবর্তন হয় না। সুতরাং, এই পরিবর্তন বাহ্যিক এবং অস্থায়ী এবং ইহা স্থায়িভাবে কোন নূতন পদার্থে পরিণত হয় না। সুতরাং ইহা ভৌত পরিবর্তন।

(19) বায়ুর কার্বন ডাই-অক্সাইডের সহিত চুনজলের বিক্রিয়ায় অদ্রাব্য ক্যালসিয়াম কার্বনেট উৎপন্ন হয়। এইজন্য চুনজল ঘোলা হইয়া যায়। এই পরিবর্তন স্থায়ী প্রকৃতির এবং ইহাতে নূতন ধর্মবিশিষ্ট ক্যালসিয়াম কার্বনেট গঠিত হইয়াছে। ইহার ধর্ম কার্বন ডাই-অক্সাইড বা চুনজলের ধর্ম হইতে সম্পূর্ণ পৃথক। ইহা একটি রাসায়নিক পরিবর্তন।

(20) 3নং প্রশ্নোত্তরের (1) নং রাসায়নিক ধর্ম দেখ।

(21) 3 নং প্রশ্নোত্তরের ভৌত পরিবর্তনের (1) নং উদাহরণ দেখ।

(22) কয়লায় আগুন ধরাইলে শিখাসহ জ্বলে। ইহাতে তাপ ও আলোকের সৃষ্টি হয়। কিছু সময় পরে কয়লা পুড়িয়া সাদা ছাই-এ পরিণত হয়। ইহার ওজন কয়লার ওজন অপেক্ষা কম। ইহাকে কয়লায় পরিবর্তন করা যায় না। পরিবর্তনটি স্থায়ী প্রকৃতির। ইহা একটি রাসায়নিক পরিবর্তন।

Q. 5. Define the following terms :—

(a) Homogeneous and heterogeneous substances,

(b) **Element,** —H. S. 1968

(c) **Compound,** —H. S. 1962, '68, '69

(d) **Mixture,**

(e) **Exothermic reaction and exothermic compouud,**

(f) **Endothermic reaction and endothermic compound.**

[নিম্নলিখিত পদগুলির সংজ্ঞা লিখ—(a) সমসত্ত্ব ও অসমসত্ত্ব পদার্থ, (b) মৌলিক পদার্থ বা মৌল, (c) যৌগিক পদার্থ বা যৌগ, (d) মিশ্র পদার্থ বা মিশ্রণ, (e) তাপ-মোচী বিক্রিয়া ও তাপ-মোচী যৌগিক, (f) তাপ-গ্রাহী বিক্রিয়া ও তাপ-গ্রাহী যৌগিক।]

Ans. (a) **সমসত্ত্ব ও অসমসত্ত্ব পদার্থ** (Homogeneous and heterogeneous substances)—যে সকল পদার্থের বিভিন্ন অংশের গঠন ও ধর্ম এক তাহাদের **সমসত্ত্ব** পদার্থ বলে এবং যে সকল পদার্থের বিভিন্ন অংশের গঠন ও ধর্ম বিভিন্ন তাহাদের **অসমসত্ত্ব** পদার্থ বলে।

জল, কপার সালফেট, সোডিয়াম ক্লোরাইড ইত্যাদি সমসত্ত্ব পদার্থ। বারুদ (সালফার, নাইটার ও কাঠ কয়লার মিশ্রণ) অসমসত্ত্ব পদার্থ।

(b) **মৌলিক পদার্থ** (Element)—যে সকল পদার্থ হইতে সাধারণ কোন রাসায়নিক প্রক্রিয়া দ্বারা দুই বা ততোধিক সরলতর ও পৃথক ধর্মবিশিষ্ট পদার্থ পাওয়া যায় না, তাহাদিগকে **মৌলিক পদার্থ** বা **মৌল** বলে। যথা—হাইড্রোজেন, অক্সিজেন, ম্যাগনেসিয়াম, লৌহ, তামা ইত্যাদি মৌলিক পদার্থ।

(c) **যৌগিক পদার্থ** (Compound)—যে সকল পদার্থ হইতে রাসায়নিক বিশ্লেষণের ফলে দুই বা ততোধিক সরলতর এবং পৃথক ধর্মবিশিষ্ট পদার্থ পাওয়া যায় তাহাদিগকে **যৌগিক পদার্থ** বা **যৌগ** বলে। অন্য কথায়, দুই বা ততোধিক মৌলিক পদার্থের নির্দিষ্ট ওজনের অনুপাতে রাসায়নিক সংযোগে যে পদার্থ উৎপন্ন হয়, তাহাকে **যৌগিক পদার্থ** বলে। যথা—জল, মারকিউরিক অক্সাইড, সোডিয়াম, ক্লোরাইড প্রভৃতি যৌগিক পদার্থ।

(d) **মিশ্র পদার্থ** বা **মিশ্রণ** (Mixture)—দুই বা ততোধিক মৌলিক বা যৌগিক পদার্থ নিজেদের ধর্ম অব্যাহত রাখিয়া ওজনের যে কোন অনুপাতে মিশ্রিত হইয়া যাহা উৎপন্ন করে তাহাকে **মিশ্র পদার্থ** বা **মিশ্রণ** বলে। মিশ্র পদার্থ সাধারণতঃ

অসমসত্ত্ব ; কোন কোন ক্ষেত্রে ইহা সমসত্ত্ব হইতে পারে। মিশ্র পদার্থের উপাদানগুলি সহজ প্রণালীতে পৃথক করা যায়। ইহার কোন নির্দিষ্ট স্ফুটনাংক বা গলনাংক নাই।

বায়ু প্রধানতঃ অক্সিজেন ও নাইট্রোজেন, এই দুইটি মৌলিক পদার্থের সমসত্ত্ব মিশ্রণ। বারুদ নাইটার, সালফার ও কাঠকয়লার অসমসত্ত্ব মিশ্রণ। চিনির জল কঠিন চিনি ও জলের সমসত্ত্ব মিশ্রণ।

(e) **তাপ-মোচী বিক্রিয়া** (Exothermic reaction)—যে রাসায়নিক বিক্রিয়ায় তাপ উদ্ভূত হয় তাহাকে **তাপ-মোচী বিক্রিয়া** বলে।

যখন কার্বন বাতাসে জ্বলিয়া কার্বন ডাই-অক্সাইড উৎপন্ন হয় তখন তাপ উদ্ভূত হয়। সুতরাং এই বিক্রিয়াটি তাপ-মোচী বিক্রিয়া। $C+O_2=CO_2$; উদ্ভূত তাপ=94,000 ক্যালরি।

নাইট্রোজেন ও হাইড্রোজেন যুক্ত হইলে অ্যামোনিয়া গঠিত হয়। $N_2+3H_2=2NH_3$; উদ্ভূত তাপ=22,000 ক্যালরি।

তাপ-মোচী যৌগিক (Exothermic compound)—যে যৌগিক পদার্থ উহার উপাদান-মৌলিক পদার্থগুলি হইতে তাপ উৎপাদন করিয়া সৃষ্ট হয় তাহাকে **তাপ-মোচী যৌগিক** বলে। যেমন—কার্বন ডাই-অক্সাইড, অ্যামোনিয়া, জল তাপ-মোচী যৌগিক।

(f) **তাপ গ্রাহী বিক্রিয়া** (Endothermic reaction)–যে রাসায়নিক বিক্রিয়ায় তাপ শোষিত হয় তাহাকে **তাপ গ্রাহী বিক্রিয়া** বলে।

যখন সালফার ও কার্বন উত্তপ্ত করিয়া কার্বন ডাই-সালফাইড প্রস্তুত করা হয় তখন তাপ শোষিত হয়। সুতরাং, এই বিক্রিয়াটি তাপ-গ্রাহী বিক্রিয়া। $C+2S=CS_2$; শোষিত তাপ=28,000 ক্যালরি। নাইট্রোজেন ও অক্সিজেন হইতে নাইট্রিক অক্সাইডের উৎপত্তি একটি তাপ-গ্রাহী বিক্রিয়া। $N_2+O_2=2NO$; শোষিত তাপ=43,000 ক্যালরি।

তাপ-গ্রাহী যৌগিক (Endothermic compound)—যে যৌগিক পদার্থ উহার উপাদান-মৌলিক পদার্থগুলি হইতে তাপ শোষিত করিয়া সৃষ্ট হয় তাহাকে **তাপ-গ্রাহী যৌগিক** বলে। যেমন—কার্বন ডাই-সালফাইড, নাইট্রিক অক্সাইড, তাপ শোষণ করিয়া সৃষ্ট হয় বলিয়া উহারা তাপ-গ্রাহী যৌগিক।

Q. 6. What are the differences between a mechanical mixture and a chemical compound ? Explain with illustrations.

—H. S. 1967 (comp.) ; '69 (comp.) ; '70 (comp.) ; '71 ; '73

[সাধারণ মিশ্রণ ও যৌগিক পদার্থের প্রভেদ কি ? উদাহরণ দ্বারা বুঝাইয়া দাও।

Or,

Tabulate the essential differences between a mixture and a compound of iron and sulphur. —H. S. 1964 ; '1967

[লৌহ ও গন্ধকের মিশ্রণ ও যৌগিক পদার্থের পার্থক্য উল্লেখ কর।]

Ans. (1) মিশ্রণে উপাদানগুলির নিজ নিজ ধর্ম অপরিবর্তিত থাকে।

(1) যৌগিক পদার্থে উপাদানগুলির নিজ নিজ ধর্মের লোপ হয় এবং যৌগিকটির নিজস্ব ধর্মের আবির্ভাব হয়।

উদাহরণ—একটি খলে লৌহচূর্ণ ও গন্ধকচূর্ণ ভাল করিয়া মিশাইয়া একটি সাধারণ মিশ্রণ প্রস্তুত করা হইল। মিশ্রণের খানিকটা কাগজের উপর ছড়াইয়া লেন্সের সাহায্যে পরীক্ষা করিলে দেখা যায়, কালো লৌহকণা ও হলুদ গন্ধককণা পাশাপাশি রহিয়াছে। মিশ্রণের উপর চুম্বক ধরিলে লৌহকণা আকৃষ্ট হয়, গন্ধককণা পড়িয়া থাকে। মিশ্রণের একাংশ কার্বন ডাই-সালফাইড দিয়া নাড়িয়া দিলে গন্ধক দ্রবীভূত হয় কিন্তু লৌহকণা অপরিবর্তিত থাকে। মিশ্রণের আর একাংশে লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড মিশাইলে গন্ধহীন হাইড্রোজেন গ্যাস উৎপন্ন হয়। সুতরাং, লৌহচূর্ণ ও গন্ধকচূর্ণের মিশ্রণে লৌহের ও গন্ধকের ধর্ম অপরিবর্তিত থাকে।

7 ভাগ ওজনের লৌহচূর্ণ ও 4 ভাগ ওজনের গন্ধকচূর্ণ একটি শক্ত কাচের টেস্ট-টিউবে লইয়া মিশ্রণটি বুনসেন বার্নারে উত্তপ্ত করিলে উহা ক্রমশঃ লাল হইয়া জ্বলিতে থাকে এবং উত্তপ্ত হইয়া গলিয়া যায়। ঠাণ্ডা করিলে উহা কঠিন কালো আয়রন সালফাইডে পরিণত হয়।

আয়রন সালফাইডের গুঁড়ার উপর লেন্স ধরিলে হলুদ বর্ণের গন্ধক আর দেখা যায় না, চুম্বক ধরিলে লৌহকণা আকৃষ্ট হয় না। কার্বন ডাই-সালফাইডে ইহার কোন অংশ দ্রবীভূত হয় না। সুতরাং আয়রন সালফাইডে লৌহ কিংবা গন্ধকের

কোন ধর্ম নাই। আয়রন সালফাইডে লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড মিশাইলে পচা ডিমের গন্ধযুক্ত বর্ণহীন হাইড্রোজেন সালফাইড গ্যাস নির্গত হয় ; হাইড্রোজেন নির্গত হয় না। সুতরাং, একটি নূতন পদার্থের সৃষ্টি হইয়াছে।

(2) মিশ্র পদার্থের উপাদানগুলি সহজ যান্ত্রিক উপায়ে পৃথক করা যায়।

(2) যৌগিক পদার্থের উপাদানগুলি সহজ যান্ত্রিক উপায়ে পৃথক করা যায় না।

উদাহরণ—লৌহ ও গন্ধকের মিশ্রণ হইতে চুম্বকের সাহায্যে লৌহ এবং কার্বন ডাই-সালফাইডের সাহায্যে নিষ্কাসিত করিয়া গন্ধক পৃথক করা যায়। কিন্তু আয়রন সালফাইডের লৌহ কিংবা গন্ধক এইরূপ কোন সহজ যান্ত্রিক উপায়ে পৃথক করা যায় না।

(3) সাধারণ মিশ্রণ প্রস্তুতিকালে তাপের পরিবর্তন হইতে পারে, নাও হইতে পারে।

(3) যৌগিক পদার্থ প্রস্তুতিকালে তাপের পরিবর্তন (উদ্ভব বা শোষণ) হইবেই।

উদাহরণ—লৌহ ও গন্ধকের মিশ্রণ প্রস্তুতিকালে তাপের উদ্ভব বা শোষণ হয় না ; কিন্তু উহাদের উত্তপ্ত করিয়া আয়রন সালফাইড প্রস্তুতিকালে তাপের উদ্ভব হয়। কোন কোন মিশ্রণ প্রস্তুতিতে তাপ উদ্ভূত হয় (যথা,—সালফিউরিক অ্যাসিডের জলীয় দ্রবণ) বা তাপ শোষিত হয় (যথা, অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইডের জলীয় দ্রবণ)।

(4) সাধারণ মিশ্রণে উপাদানগুলি ওজনের যে কোন অনুপাতে থাকিতে পারে।

(4) যৌগিক পদার্থের উপাদানগুলি সর্বদা ওজনের নির্দিষ্ট অনুপাতে থাকে। ইহাই যৌগিক পদার্থের সর্বাপেক্ষা গুরুত্বপূর্ণ বৈশিষ্ট্য।

উদাহরণ—যে কোন পরিমাণ লৌহচূর্ণ, যে কোন পরিমাণ গন্ধকচূর্ণের সহিত মিশ্রিত করিয়া সাধারণ মিশ্রণ প্রস্তুত করা যায়। কিন্তু আয়রন সালফাইডে আয়রন ও গন্ধকের ওজন সর্বদা নির্দিষ্ট-7 ভাগ আয়রন ও 4 ভাগ গন্ধক।

(5) সাধারণ মিশ্রণ সাধারণতঃ অসমসত্ত্ব এবং কোন কোন ক্ষেত্রে ইহা সমসত্ত্ব হইতে পারে।

(5) যৌগিক পদার্থ সর্বদা সমসত্ত্ব হইবে।

উদাহরণ—লৌহ ও গন্ধকের মিশ্রণ অসমসত্ত্ব, কারণ মিশ্রণের বিভিন্ন অংশে উপাদানের অনুপাত বিভিন্ন। [কিন্তু লবণকে জলে দ্রবীভূত করিয়া যে সাধারণ মিশ্রণ (দ্রবণ) পাওয়া যায় তাহা সমসত্ত্ব।] আয়রন সালফাইড বা যে কোন যৌগিক পদার্থ সর্বদাই সমসত্ত্ব।

(6) মিশ্রণের নির্দিষ্ট স্ফুটনাংক বা গলনাংক নাই।	(6) যৌগিক পদার্থের নির্দিষ্ট স্ফুটনাংক বা গলনাংক থাকে।

উদাহরণ—সাধারণ বায়ু-চাপে যৌগিক পদার্থ জলের স্ফুটনাংক 100°C কিন্তু জল ও চিনির মিশ্র দ্রবণ-এর স্ফুটনাংক নির্দিষ্ট নহে।

Q. 7. Explain the following terms :—

(a) Molecules, —H. S. 1968 (comp.) ; 1970

(b) Atoms, —H. S. 1968 (comp.) ; 1970

(c) Atomic weight,

(d) Molecular weight,

(e) Gram-atomic weight or gram-atom,
—H. S. 1663 ; (comp.) '64 ; '70 (comp.), '70

(f) Gram-molecular weight or gram-molecule.
—H. S. 1962 ; '66 ; 72

[ব্যাখ্যা কর :—(a) অণু, (b) পরমাণু, (c) পারমাণবিক ওজন, (d) আণবিক ওজন, (e) গ্রাম-পারমাণবিক ওজন বা গ্রাম-পরমাণু, (f) গ্রাম-আণবিক ওজন বা গ্রাম-অণু।]

Ans. (a) **অণু** (Molecules)—মৌলিক বা যৌগিক পদার্থের ক্ষুদ্রতম অংশ যাহা স্বাধীনভাবে থাকিয়া পদার্থের মূল ধর্ম বজায় রাখে, তাহাকে **অণু** বলে।

কোন যৌগিক বা মৌলিক পদার্থ উহার অণুর সমবায়ে গঠিত। যথা, যৌগিক পদার্থ জল কেবলমাত্র জলের অণু লইয়া গঠিত। মৌলিক পদার্থ হাইড্রোজেন কেবলমাত্র হাইড্রোজেন অণু লইয়া গঠিত। কোন পদার্থের ধর্ম বলিতে উহার অণুর ধর্মই বুঝায়। রাসায়নিক পরিবর্তনে কোন পদার্থের অণুর পরিবর্তন ঘটিয়া নূতন পদার্থের অণুর সৃষ্টি হয়। এক বা একাধিক পরমাণু লইয়া অণু গঠিত হয়। হাইড্রোজেন, অক্সিজেন, নাইট্রোজেন ইত্যাদির এক একটি অণুতে দুইটি করিয়া

পরমাণু আছে। দুইটি পরমাণু লইয়া গঠিত অণুকে **দ্বিপরমাণুক** (diatomic) অণু বলে। হিলিয়াম, নিয়ন, আর্গন ইত্যাদি গ্যাসগুলির এক একটি অণুতে একটি করিয়া পরমাণু আছে—একটি পরমাণু লইয়া গঠিত অণু বলিয়া ইহাদের **একপরমাণুক** (monoatomic) অণু বলে। একই প্রকার মৌলিক পদার্থের পরমাণু লইয়া গঠিত অণুকে **মৌলিক অণু** (elementary molecule) বলে। যথা, হাইড্রোজেন অক্সিজেন অণু। বিভিন্ন মৌলিক পদার্থের পরমাণু লইয়া গঠিত অণুকে যৌগিক অণু (compound molecule) বলে। যথা, জল, কার্বন ডাই-অক্সাইডের অণু।

(b) **পরমাণু** (Atoms)—মৌলিক পদার্থের ক্ষুদ্রতম অবিভাজ্য অংশ, যাহা রাসায়নিক ক্রিয়ায় অংশ গ্রহণ করিয়া থাকে, তাহাকে **পরমাণু** বলে।

(c) **পারমাণবিক ওজন** (Atomic weight)—কোন মৌলিক পদার্থের একটি পরমাণু একটি হাইড্রোজেনের পরমাণুর তুলনায় যতগুণ ভারী সেই গুণিতক সংখ্যাটিকে মৌলিক পদার্থের **পারমাণবিক ওজন** বলা হয়।

$$\text{পারমাণবিক ওজন} = \frac{\text{মৌলের একটি পরমাণুর ওজন}}{\text{হাইড্রোজেনের একটি পরমাণুর ওজন}}$$

সুতরাং, পারমাণবিক ওজন অর্থে হাইড্রোজেন পরমাণুর ওজনের সহিত ঐ পদার্থের পরমাণুর ওজনের অনুপাত (ratio) বুঝায় এবং সেইজন্য পারমাণবিক ওজনকে একটি সংখ্যারূপে প্রকাশ করা হয়।

ক্লোরিনের পারমাণবিক ওজন 35·5; ইহার অর্থ, একটি ক্লোরিনের পরমাণু, একটি হাইড্রোজেনের পরমাণু অপেক্ষা 35·5 গুণ ভারী। কার্বনের পারমাণবিক ওজন 12, অর্থাৎ এক পরমাণু কার্বন একটি হাইড্রোজেন পরমাণু অপেক্ষা 12 গুণ ভারী।

(d) **আণবিক ওজন** (Molecular weight)—কোন পদার্থের একটি অণু একটি হাইড্রোজেনের পরমাণুর তুলনায় যতগুণ ভারী, সেই গুণিতক সংখ্যাটিকে পদার্থের **আণবিক ওজন** বলে। আণবিক ওজন, অণুর অন্তর্গত পরমাণুগুলির মোট ওজন। সুতরাং আণবিক ওজন একটি সংখ্যা—ইহার কোন একক নাই।

$$\text{আণবিক ওজন} = \frac{\text{মৌলের একটি অণুর ওজন}}{\text{হাইড্রোজের একটি পরমাণুর ওজন}}$$

ক্লোরিনের আণবিক ওজন 71 ; ইহার অর্থ, একটি ক্লোরিনের অণু একটি হাইড্রোজেনের পরমাণু অপেক্ষা 71 গুণ ভারী।

দুইটি পরমাণু লইয়া একটি ক্লোরিন অণু গঠিত। সুতরাং ক্লোরিনের আণবিক ওজন $=2\times35.5=71$। এক অণু সালফিউরিক অ্যাসিড দুইটি হাইড্রোজেন, একটি সালফার ও চারিটি অক্সিজেন পরমাণু লইয়া গঠিত। সুতরাং সালফিউরিক অ্যাসিড (H_2SO_4)-এর আণবিক ওজন $=2\times1+1\times32+4\times16=98$.

(e) **গ্রাম-পারমাণবিক ওজন** বা **গ্রাম-পরমাণু** (Gram-atomic weight or Gram-atom)—[প্রথমে 'পারমাণবিক ওজন'-এর সংজ্ঞা লিখিবে] পারমাণবিক ওজনকে গ্রাম হিসাবে প্রকাশ করিলে তাহাকে **গ্রাম-পারমাণবিক ওজন** বা **গ্রাম-পরমাণু** বলে। ইহা একটি ওজনের পরিমাণ ; সুতরাং ইহার একক থাকে। 1 গ্রাম-পরমাণু ক্লোরিন বলিতে 35.5 গ্রাম ক্লোরিন বুঝায়। এক গ্রাম-পরমাণু কার্বন $=12$ গ্রাম কার্বন।

(f) **গ্রাম-আণবিক ওজন** বা **গ্রাম-অণু** (Gram-molecular weight or Gram-molecule)—[প্রথমে 'আণবিক ওজন'-এর সংজ্ঞা লিখিবে।] আণবিক ওজনকে গ্রাম হিসাবে প্রকাশ করিলে তাহাকে **গ্রাম-আণবিক ওজন** বা **গ্রাম-অণু** বলে। ইহা একটি ওজনের পরিমাণ ; ইহার একক আছে।

সালফিউরিক অ্যাসিডের এক গ্রাম-অণু 98 গ্রাম ; ক্লোরিনের এক গ্রাম-অণু 71 গ্রাম।

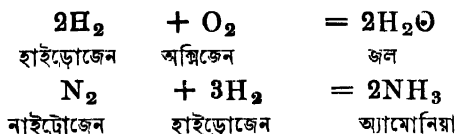
Q 8. (a) What is a chemical reaction ? (b) What are the different types of chemical reactions ?

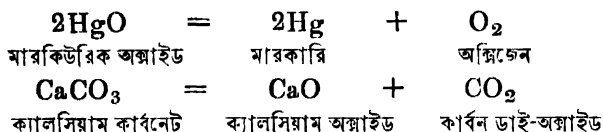
[(a) রাসায়নিক ক্রিয়া কাহাকে বলে ? (b) বিভিন্ন প্রকারের রাসায়নিক ক্রিয়া কি কি ? উদাহরণ দাও।]

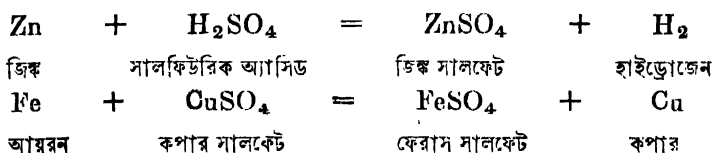
Ans. (a) **রাসায়নিক ক্রিয়া** (Chemical reaction)—যে ক্রিয়ার ফলে কোন পদার্থ, এক বা একাধিক নূতন ধর্ম-বিশিষ্ট পদার্থে রূপান্তরিত হয়, তাহাকে **রাসায়নিক ক্রিয়া** বলে।

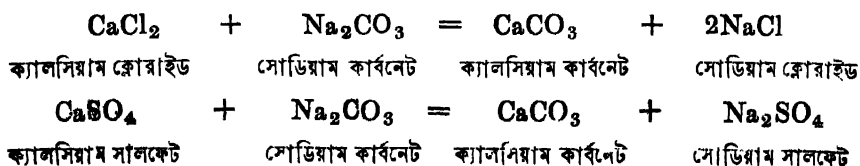
(b) **বিভিন্ন প্রকার রাসায়নিক ক্রিয়া** (Types of chemical reactions) :

(1) **প্রত্যক্ষ সংযোগ** বা **সংশ্লেষ** (Direct union or Synthesis)—যদি কোন যৌগিক পদার্থ উহার উপাদান-মৌলিক পদার্থ হইতে প্রত্যক্ষ সংযোগে উৎপন্ন হয়, তবে সেই রাসায়নিক বিক্রিয়াকে **প্রত্যক্ষ সংযোগ** বা **সংশ্লেষ** বলে।

$2H_2$	$+ O_2$	$= 2H_2O$
হাইড্রোজেন	অক্সিজেন	জল
N_2	$+ 3H_2$	$= 2NH_3$
নাইট্রোজেন	হাইড্রোজেন	অ্যামোনিয়া

(2) **বিযোজন** বা **বিশ্লেষণ** (Decomposition or Analysis)—যে বিক্রিয়ায় একটি যৌগিক পদার্থ একাধিক মৌলিক বা যৌগিক পদার্থে পরিণত হয় তাহাকে **বিযোজন** বা **বিশ্লেষণ** বলে।

$2HgO$	=	$2Hg$	+	O_2
মারকিউরিক অক্সাইড		মারকারি		অক্সিজেন
$CaCO_3$	=	CaO	+	CO_2
ক্যালসিয়াম কার্বনেট		ক্যালসিয়াম অক্সাইড		কার্বন ডাই-অক্সাইড

(3) **ভ্রংশ** (Displacement) বা **প্রতিস্থাপন** (Replacement or substitution)—যে রাসায়নিক বিক্রিয়ায় একটি মৌলিক পদার্থ একটি যৌগিক পদার্থ হইতে অপর একটি মৌলিক পদার্থকে বিচ্যুত করিয়া উহার স্থান অধিকার করে তাহাকে **ভ্রংশ** বা **প্রতিস্থাপন** বলে।

Zn	+	H_2SO_4	=	$ZnSO_4$	+	H_2
জিঙ্ক		সালফিউরিক অ্যাসিড		জিঙ্ক সালফেট		হাইড্রোজেন
Fe	+	$CuSO_4$	=	$FeSO_4$	+	Cu
আয়রন		কপার সালফেট		ফেরাস সালফেট		কপার

(4) **বিপরিবর্ত** (Double decomposition) বা **বিনিময়** (Mutual exchange)—যে রাসায়নিক বিক্রিয়ায় দুইটি যৌগিক পদার্থের উপাদানগুলি পরস্পর স্থান পরিবর্তন করে তাহাকে **বিপরিবর্ত** ক্রিয়া বলে।

$CaCl_2$	+	Na_2CO_3	=	$CaCO_3$	+	$2NaCl$
ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড		সোডিয়াম কার্বনেট		ক্যালসিয়াম কার্বনেট		সোডিয়াম ক্লোরাইড
$CaSO_4$	+	Na_2CO_3	=	$CaCO_3$	+	Na_2SO_4
ক্যালসিয়াম সালফেট		সোডিয়াম কার্বনেট		ক্যালসিয়াম কার্বনেট		সোডিয়াম সালফেট

(5) **পারমাণবিক পুনঃব্যবস্থাপন** (Rearrangement of atoms)—এই প্রক্রিয়ায় কোন যৌগিক পদার্থের অণুর অন্তঃস্থিত পরমাণুগুলির ব্যবস্থাপন পরিবর্তিত হইয়া নূতন যৌগিকের অণু সৃষ্টি হয় ; কিন্তু পরমাণুর সংখ্যা একই থাকে।

অ্যামোনিয়াম সায়ানেট (ammonium cyanate) উত্তপ্ত করিলে উহা ইউরিয়া (urea)-তে পরিণত হয়। $NH_4OCN=CO(NH_2)_2$

Q. 9. Metion, with examples the factors which bring about a chemical reaction or a chemical change.

[রাসায়নিক ক্রিয়া বা রাসায়নিক পরিবর্তন সংঘটনের বিবিধ উপায় উদাহরণসহ উল্লেখ কর।]

Ans. রাসায়নিক ক্রিয়া সংঘটনের বিভিন্ন উপায়গুলি নিম্নরূপ—

(1) **সংস্পর্শ** (Contact —অনেক সময় দুই বা ততোধিক পদার্থকে সাধারণ তাপমাত্রায় মিশ্রিত করিলেই তাহাদের মধ্যে রাসায়নিক ক্রিয়া হয়। এক টুক্‌রা সাদা ফস্‌ফরাস আয়োডিনের সঙ্গে একত্র করা হইলে তৎক্ষণাৎ উহা জ্বলিয়া উঠে এবং ফস্‌ফরাস আয়োডাইড উৎপন্ন হয়। $4P+6I_2=4PI_3$।

সোডিয়াম জলের সংস্পর্শে আসিলেই জ্বলিয়া উঠে এবং সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড ও হাইড্রোজেন উৎপন্ন হয়। $2Na+2H_2O=2NaOH+H_2$।

(2) **দ্রবণ** (Solution)—অনেক সময় শুষ্ক পদার্থ পরস্পরের সংস্পর্শে থাকিলে কোনরূপ বিক্রিয়া হয় না। একটি বিক্রিয়ক অন্ততঃ দ্রবণরূপে থাকিলে সহজেই রাসায়নিক ক্রিয়া আরম্ভ হয়। কঠিন সোডিয়াম বাইকার্বনেট ও টারটারিক অ্যাসিড শুষ্ক অবস্থায় সংস্পর্শে রাখিলে কোনরূপ ক্রিয়া হয় না। কিন্তু জলে দ্রবীভূত করিলে রাসায়নিক ক্রিয়া ঘটে এবং কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্যাস নির্গত হয়।

(3) **তাপ** (Heat)—মারকিউরিক অক্সাইডের বিযোজনে তাপ প্রয়োগ প্রয়োজন। $2HgO=2Hg+O_2$। আয়রন ও সালফার সাধারণ তাপমাত্রায় কোন ক্রিয়া করে না, কিন্তু ঐ মিশ্রণ উত্তপ্ত করিলে রাসায়নিক ক্রিয়ার ফলে আয়রন সালফাইড উৎপন্ন হয়। $Fe+S=FeS$।

(4) **আলোক** (Light)—অনেক সময় আলোকের উপস্থিতিতে রাসায়নিক ক্রিয়া সংঘটিত হয়। হাইড্রোজেন ও ক্লোরিনের মিশ্রণ অন্ধকারে রাখিলে কোন

ক্রিয়া হয় না। কিন্তু আলোকে আনিলেই বিস্ফোরণ ঘটে এবং হাইড্রোজেন ক্লোরাইড উৎপন্ন হয়। $H_2+Cl_2=2HCl$।

(5) **তড়িৎশক্তি** (Electricity)—তড়িৎশক্তি প্রয়োগে অনেক রাসায়নিক ক্রিয়া সংঘটিত হয়। ইহার সাহায্যে একটি যৌগিক পদার্থকে উহার উপাদান মৌলিক পদার্থে পরিণত করা যায়। যথা—গলিত সোডিয়াম ক্লোরাইড তড়িতের সাহায্যে সোডিয়াম ও ক্লোরিনে বিশ্লিষ্ট হয়। আবার, মৌলিক পদার্থের সংযোগ ঘটাইয়া যৌগিক পদার্থ সৃষ্টি করা যায়। যথা—হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন (2 : 1 আয়তনে) মিশ্রিত করিয়া তড়িৎ-স্ফুলিঙ্গ (electric spark) চালনা করিলে উহারা সংযুক্ত হইয়া জলে পরিণত হয়।

(6) **চাপ** (Pressure)—সালফারের সহিত পটাসিয়াম ক্লোরেট মিশ্রিত করিলে কোন ক্রিয়া হয় না কিন্তু মিশ্রণটি খোলে মুড়িয়া হাতুড়ির দ্বারা আঘাত করিলে বা সজোরে নিক্ষেপ করিলে খোলের উপর যে চাপ পড়ে সেই চাপের ফলে রাসায়নিক ক্রিয়া ঘটে এবং প্রচণ্ড বিস্ফোরণ হয়।

(7) **শব্দ** (Sound)—উচ্চ শব্দে অ্যাসিটিলিন গ্যাস কার্বন ও হাইড্রোজেনে বিশ্লিষ্ট হয়।

Q. 10. Define—catalyst or catalytic agent ; catalysis.

—H. S. 1960, '63, '66, '67 (Comp.) ; '69, '70. (Comp.), '71, '73

Can a catalyst start a reaction or affect the final products of a reaction ?

[সংজ্ঞা লিখ—অনুঘটক ; অনুঘটন। অনুঘটক কি কোন রাসায়নিক ক্রিয়া আরম্ভ করিতে পারে বা উহার শেষ ফলাফল প্রভাবিত করিতে পারে ?]

Ans. **অনুঘটক** (Catalyst or Catalytic agent)—কোন কোন পদার্থ খুব অল্প পরিমাণে প্রকৃত বিক্রিয়কগুলির সহিত কেবলমাত্র উপস্থিত থাকিয়া কোন রাসায়নিক ক্রিয়ার গতিকে বর্ধিত বা হ্রাস করে, কিন্তু বিক্রিয়া-শেষে এই পদার্থগুলির ওজন ও রাসায়নিক সংযুতির কোনরূপ পরিবর্তন হয় না। ইহাদিগকে **অনুঘটক** বলে। এই ঘটনাটিকে **অনুঘটন** বলে।

যখন কোন অনুঘটক রাসায়নিক ক্রিয়ার স্বাভাবিক গতিকে বর্ধিত করে তখন তাহাকে **পরা-অনুঘটক** (Positive catalyst) বলে।

পটাসিয়াম ক্লোরেট হইতে অক্সিজেন প্রস্তুতিকালে ম্যাংগানিজ ডাই-অক্সাইড পরা-অনুঘটকরূপে ব্যবহৃত হয়। ইহা পটাসিয়াম ক্লোরেটের বিযোজন ত্বরান্বিত করে কিন্তু বিক্রিয়া শেষে ওজনে ও গঠনে একই থাকে। সালফিউরিক অ্যাসিডের প্রস্তুতিকালে প্লাটিনামের সূক্ষ্ম চূর্ণ এবং নাইট্রোজেন ও হাইড্রোজেন হইতে অ্যামোনিয়া প্রস্তুতিকালে লৌহচূর্ণ পরা-অনুঘটক রূপে ব্যবহৃত হয়।

যখন কোন অনুঘটক কোন রাসায়নিক ক্রিয়ার স্বাভাবিক গতিকে হ্রাস করে তখন তাহাকে **অপরা-অনুঘটক** (Negative catalyst) বলে।

হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড সাধারণ তাপমাত্রায় রাখিলে ধীরে ধীরে জল ও অক্সিজেনে বিশ্লিষ্ট হইতে থাকে। কিন্তু সামান্য পরিমাণ ফসফরিক অ্যাসিডের উপস্থিতিতে এই বিশ্লেষণের গতি হ্রাস প্রাপ্ত হয়। ফসফরিক অ্যাসিড এখানে অপরা-অনুঘটকের কার্য করে। সোডিয়াম সালফাইট দ্রবণে কয়েক ফোঁটা গ্লিসারিন মিশাইলে, বায়ুর অক্সিজেন দ্বারা সোডিয়াম সালফাইটের জারণের গতি হ্রাস হয়। সুতরাং গ্লিসারিন এখানে অপরা-অনুঘটকের কার্য করে।

অনুঘটক কোন রাসায়নিক ক্রিয়া আরম্ভ করিতে বা ক্রিয়ার শেষ ফলাফল পরিবর্তিত করিতে পারে না, কেবলমাত্র উহার গতি প্রভাবিত করে।

Additional Questions with hints on answers

CHAPTER I

1. What are the differences between physical and chemical changes? Classify as 'physical' or 'chemical' giving a brief convincing reason in each case, the changes which occur when :—

(a) Sugar is dissolved in a cup of tea. (b) Ammonium chloride, heated in a test tube, vaporizes and condenses as a solid on the cooler part of the tube. (c) Air from mouth, when blown into lime water, turns lime water milky. (d) A piece of ice put in a beaker of water when the latter gets cooled. (e) Caustic soda is dissolved in water when the solution gets heated. (f) A piece of platinum wire, a piece of charcoal and a piece of phosphorus are separately made to glow.

[Hints. 3 এবং 4 নং প্রশ্নোত্তর দেখ]

2. You are supplied with a substance which is composed of iron and sulphur. Describe experiments you would carry with this substance in order to find whether it

was a mixture or a compound of the elements and in each case describe the results you would expect to obtain. [Ans. 6 নং প্রশ্নোত্তর দেখ]

3. Explain the difference between "atoms" and "molecules". Illustrate the point with suitable examples. —H. S. 1968 (Comp.)

[Q. 7 (a), (b)]

4. Define—element, compound, mixture ; and state whether each of the following is an element, a compound or a mixture :—

Common salt, water, air, gold, brass, a silver coin, blue vitriol, sugar, mercuric oxide, nitrogen, gun-powder, milk, mitre, iron powder. —H. S. 1968

[Q. 5. মৌলিক পদার্থ—স্বর্ণ, নাইট্রোজেন, লৌহচূর্ণ। যৌগিক পদার্থ—সাধারণ লবণ, জল, তুঁতে, চিনি, মারকিউরিক অক্সাইড। মিশ্রণ—বায়ু, ব্রাস, রৌপ্যমুদ্রা, বারুদ, দুধ।]

5. Describe the criteria of a chemical compound. [Ans. 6নং প্রশ্নোত্তর দেখ]

6. Explain to which class do the following substances belong (mixture or chemical compound) :—

(a) Air (b) water (c) Lime (d) Rust (e) Saline water
—H. S. 1969 (Comp.)

[Ans. (a) এবং (e) মিশ্রণ ; (b) (c), (d)—যৌগ]

7. What is atomicity ? Give examples of mono-atomic and diatomic molecules.

[অণুতে পরমাণুর সংখ্যাকে পারমাণবিকতা (atomicity) বলে। উদাহরণের জন্য 7(a) প্রশ্নোত্তর দেখ।]

CHAPTER II

Solution ; Laboratory processes and their applications

[দ্রবণ ; পরীক্ষাগার প্রণালী এবং উহাদের প্রয়োগ]

Q. 11. Define the following :—

(a) solution, solvent, solute. —H. S. 1966 ; '66 (Comp. '73)
(b) saturated solution. —H. S. 1962 ; '66, '67 (Comp.) '69
(c) unsaturated solution.
(d) supersaturated solution. —H. S. 1960 ; 1564

[সংজ্ঞা লিখ—(a) দ্রবণ, দ্রাবক, দ্রাব ; (b) সংপৃক্ত দ্রবণ ; (c) অসংপৃক্ত দ্রবণ ; (d) অতিপৃক্ত দ্রবণ।]

Ans. (a) **দ্রবণ** (Solution)—দুই বা ততোধিক পদার্থের সমসত্ত্ব মিশ্রণের উপাদানগুলির আপেক্ষিক পরিমাণকে যদি নির্দিষ্ট সীমার মধ্যে পরিবর্তিত করা যায় তবে সেই মিশ্রণকে **দ্রবণ** বলে।

মিশ্রণে যে পদার্থটি বেশী পরিমাণে থাকে কিংবা যে পদার্থটির ভৌত অবস্থা দ্রবণের ভৌত অবস্থার সদৃশ, সেই পদার্থকে সাধারণতঃ **দ্রাবক** (solvent) বলে। অপর পদার্থটিকে দ্রবীভূত পদার্থ বা **দ্রাব** (solute) বলে।

দ্রবণের উপাদানগুলির অবস্থা কঠিন, তরল ও গ্যাসীয় হইতে পারে। একটি বীকারে জল লইয়া উহাতে সামান্য পরিমাণ সাধারণ লবণ মিশাইয়া নাড়িয়া দিলে উহা জলের মধ্যে সমানভাবে মিশিয়া সমসত্ত্ব মিশ্রণ উৎপন্ন করে। জল পূর্বের ন্যায় স্বচ্ছ দেখায়। এখানে লবণ দ্রবীভূত হইয়াছে এবং জল দ্রবীভূত করিয়াছে। জলকে দ্রাবক এবং লবণকে দ্রাব বলা হয়। ইহা জলে (তরল পদার্থে) সাধারণ লবণের (কঠিন পদার্থের) দ্রবণ। অ্যালকোহল ও জলের সমসত্ত্ব মিশ্রণ হইল তরলে তরল পদার্থের দ্রবণ। ইহাকে জলে অ্যালকোহলের দ্রবণ কিংবা অ্যালকোহলে জলের দ্রবণ বলা যায়। অ্যামোনিয়া, কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্যাস জলে দ্রবীভূত হয়। ইহা তরলে গ্যাসের দ্রবণ। রৌপ্যমুদ্রায় রূপা, তামা ও নিকেল সমসত্ত্বভাবে মিশিয়া আছে। ইহা কঠিন পদার্থের দ্রবণ।

(b) **সংপৃক্ত দ্রবণ** (Saturated solution)—নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় নির্দিষ্ট পরিমাণ দ্রাবকে সর্বাধিক পরিমাণ দ্রাব দ্রবীভূত থাকিয়া যে দ্রবণ উৎপন্ন হয় তাহাকে ঐ তাপমাত্রায় **সংপৃক্ত দ্রবণ** বলে।

একটি বীকারে জল লইয়া উহাতে অল্প অল্প করিয়া সাধারণ লবণ মিশাইয়া নাড়িয়া দেওয়া হইল। লবণ প্রথমে দ্রবীভূত হইয়া স্বচ্ছ হইয়া যায়। যখন মিশ্রিত লবণ দ্রবীভূত না হইয়া বীকারের নীচে জমা হইতে স্বরু করে, তখন ফিল্টার করিয়া যে দ্রবণটি পরিস্রুতরূপে পাওয়া যায় তাহা ঘরের তাপমাত্রায় সংপৃক্ত দ্রবণ।

(c) **অসংপৃক্ত দ্রবণ** (Unsaturated solution)—নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় নির্দিষ্ট ওজনের দ্রাবকে যে পরিমাণ দ্রাব থাকিলে দ্রবণটি সংপৃক্ত হয় তাহা অপেক্ষা কম পরিমাণ দ্রাব যদি দ্রবণে থাকে তবে দ্রবণটিকে **অসংপৃক্ত দ্রবণ** বলে।

(d) **অতিপৃক্ত দ্রবণ** (Supersaturated solution)—নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় নির্দিষ্ট ওজনের দ্রাবকে যে পরিমাণ দ্রাব থাকিলে দ্রবণটি সংপৃক্ত হয় তাহা অপেক্ষা অধিক পরিমাণ দ্রাব যদি দ্রবণে থাকে তবে দ্রবণটিকে **অতিপৃক্ত দ্রবণ** বলে।

অতিপৃক্ত দ্রবণ খুব অস্থায়ী। একটু নাড়াচাড়া করিলে বা সামান্য একটু দ্রাব মিশাইলে অতিরিক্ত দ্রাব দ্রবণ হইতে পৃথক হইয়া যায় এবং দ্রবণটি সংপৃক্ত হয়।

একটি টেস্ট-টিউবে হাইপো বা সোডিয়াম অ্যাসিটেট বা সোডিয়াম সালফেট লইয়া মৃদু উত্তপ্ত করিলে ঐ কেলাসগুলি তাহাদের অন্তর্নিহিত কেলাস-জলে গলিয়া যায় এবং লবণটির একটি অতিপৃক্ত দ্রবণ উৎপন্ন হয়।

Q. 12. (a) *Explain :* **Solution has many properties of a compound, yet it is a mixture.**

[যৌগিক পদার্থের অনেক ধর্ম দ্রবণের আছে, তথাপি দ্রবণ একটি মিশ্র পদার্থ। ব্যাখ্যা কর।] —H. S. 1967 (Comp., 1973)

(b) How would you determine whether a solution is saturated unsaturated or supersaturated at a particular temperature ?

[কোন বিশেষ তাপমাত্রায় একটি দ্রবণ সংপৃক্ত, অসংপৃক্ত ; না অতিপৃক্ত তাহা কিরূপে নির্ণয় করিবে ?]

Ans. (a) দ্রবণ সমসত্ত্ব। কোন কোন দ্রবণ প্রস্তুত করিতে তাপের পরিবর্তন হয়। যথা, সালফিউরিক অ্যাসিডের জলীয় দ্রবণ প্রস্তুত করিতে তাপের উদ্ভব হয় এবং নিশাদলের জলীয় দ্রবণ প্রস্তুত করিতে তাপের শোষণ হয়। এই দুইটি যৌগিক পদার্থের ধর্ম। কিন্তু ইহা সত্ত্বেও নিম্নলিখিত কারণগুলির জন্য দ্রবণকে মিশ্রণ বলিয়া গণ্য করা হয়। (i) দ্রবণের উপাদানগুলির (অর্থাৎ দ্রাব ও দ্রাবকের) ধর্ম বজায় থাকে। দ্রবণ উৎপন্ন হওয়ায় কোন নূতন ধর্ম-বিশিষ্ট পদার্থের সৃষ্টি হয় না। যথা, চিনির জলীয় দ্রবণে চিনি ও জলের ধর্ম আছে। (ii) বাষ্পীভবন, পাতন, কেলাসন ইত্যাদি সহজ পদ্ধতির সাহায্যে দ্রবণের উপাদান পৃথক করা সম্ভব। (iii) দ্রবণের উপাদানের পরিমাণ নির্দিষ্ট সীমা পর্যন্ত পরিবর্তন করা যায়।

(b) একটি দ্রবণ (তরল ও কঠিন পদার্থের) কোন বিশেষ তাপমাত্রায় সংপৃক্ত, অসংপৃক্ত, না অতিপৃক্ত অবস্থায় আছে তাহা বুঝিবার জন্য দ্রবণে ছোট এক টুক্‌রা দ্রাব যোগ করা হইল।

(1) মিশ্রিত দ্রাবের টুক্‌রাটি যদি দ্রবীভূত না হয় এবং দ্রবণের গাঢ়ত্ব অপরিবর্তিত থাকে তবে দ্রবণটি সংপৃক্ত। (2) মিশ্রিত দ্রাবের টুক্‌রাটি যদি

আংশিক বা সম্পূর্ণ দ্রবীভূত হয় এবং দ্রবণের গাঢ়তা বৃদ্ধি পায় তবে দ্রবণটি অসংপৃক্ত। (3) মিশ্রিত দ্রাবের টুকরাটি যদি আকারে বড় হয় এবং দ্রবণের গাঢ়তা কমে, তবে দ্রবণটি অতিপৃক্ত।

Q. 13. Describe how you would prepare (i) a saturated solution of a salt and (ii) a supersaturated solution of sodium thiosulphate (Hypo) at room temperature.

[ঘরের তাপমাত্রায় (i) একটি লবণের সংপৃক্ত দ্রবণ এবং (ii) সোডিয়াম থায়োসালফেট (হাইপো)-এর অতিপৃক্ত দ্রবণ কিরূপে প্রস্তুত করিবে তাহা বর্ণনা কর।]

Ans. (i) ঘরের তাপমাত্রায় লবণের সংপৃক্ত দ্রবণ প্রস্তুতি—একটি বীকারে খানিকটা শীতল জল লইয়া উহাতে অল্প অল্প করিয়া কঠিন লবণটি মিশান হইল এবং সঙ্গে সঙ্গে কাচ-দণ্ডের সাহায্যে মিশ্রণটি ভালরূপে নাড়িয়া দেওয়া হইল। যতক্ষণ পর্যন্ত না খানিকটা কঠিন লবণ জলে অদ্রবীভূত থাকে ততক্ষণ এইরূপ করা হইল। ফিল্টার করিয়া পরিস্রুত একটি শুষ্ক বীকারে সংগ্রহ করা হইল। ঘরের তাপমাত্রায় ইহাই কঠিন পদার্থ টির সংপৃক্ত দ্রবণ।

(ii) ঘরের তাপমাত্রায় সোডিয়াম থায়োসালফেটের (হাই-পো) অতিপৃক্ত দ্রবণ প্রস্তুতি—একটি মোটা টেস্ট-টিউবে সোডিয়াম থায়োসালফেটের কেলাস লইয়া টেস্ট-টিউবের মুখ তুলা দিয়া বন্ধ করিয়া দেওয়া হইল; টেস্ট-টিউবটি একটি বীকারে জলের মধ্যে রাখিয়া গরম করিলে কেলাসগুলি তাহাদের অন্তর্নিহিত কেলাস-জলে গলিয়া তরল হইয়া যায়। টেস্ট-টিউবটি শীতল করিলে কোন কঠিন পদার্থ পৃথক হয় না। ইহা সোডিয়াম থায়োসালফেটের অতিপৃক্ত দ্রবণ।

Q 14. Describe the following processes :—

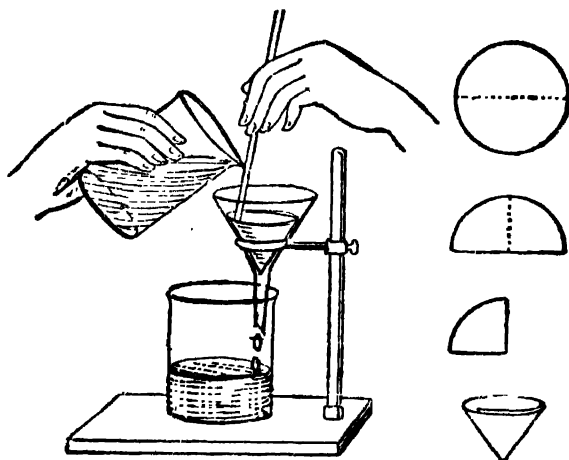
(a) Filtration.

(b) Evaporation.

(c) Sublimation. —H. S. 1962 ; 1964 (Comp.); 1966 '67 (Comp.); 1971 ,'73

[নিম্নলিখিত প্রণালীগুলি বর্ণনা কর :—(a) পরিস্রাবণ, (b) বাষ্পায়ন, (c) ঊর্ধ্বপাতন।]

Ans. (a) **পরিস্রাবণ** (Filtration)—সচ্ছিদ্র পর্দার সাহায্যে কোন তরল পদার্থ হইতে উহার সহিত মিশ্রিত অদ্রাব্য কঠিন পদার্থকে পৃথক করিবার প্রণালীকে **পরিস্রাবণ** বলে।

একটি গোলাকার ফিল্টার কাগজকে দুই সমান ভাগে ভাঁজ করিয়া পুনরায় উহাকে দুই সমান ভাগে ভাঁজ করা হইল। তিন ভাঁজ একদিকে ও এক ভাঁজ অন্যদিকে রাখিয়া শঙ্কুর (cone) আকারে ভাঁজ খুলিয়া একটি ফানেলের মধ্যে বসান হইল এবং কয়েক ফোঁটা জল দিয়া ফানেলের গায়ে ভাল করিয়া লাগাইয়া দেওয়া

1 নং চিত্র—পরিস্রাবণ

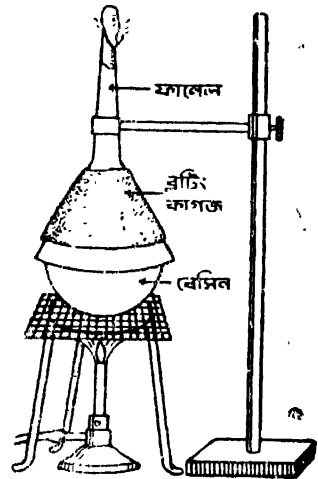
হইল। ফানেলটি রিং-এর মধ্যে বসাইয়া ফানেলের নীচে একটি বীকার রাখা হইল। জল ও অদ্রবণীয় পদার্থের মিশ্রণটিকে একটি কাচ-দণ্ডের গা বাহিয়া ফিল্টার কাগজের উপর ঢালিয়া দেওয়া হইল। ফিল্টার কাগজের অসংখ্য সূক্ষ্ম ছিদ্রের মধ্য দিয়া তরল পদার্থ অনায়াসে চলিয়া যায় এবং নীচের বীকারে স্বচ্ছ তরল পদার্থ জমা হয়। ইহাকে **পরিস্রুত** (filtrate) বলে। অদ্রবণীয় কঠিন পদার্থ ফিল্টার কাগজের উপর থাকিয়া যায়। ইহাকে **অবশেষ** (residue) বলে।

পরিস্রাবণ প্রণালীতে অদ্রবণীয় কঠিন পদার্থকে তরল পদার্থ হইতে পৃথক করা যায়, কিন্তু দ্রবণীয় পদার্থ (দ্রাব) দ্রাবক হইতে পৃথক করা যায় না।

(b) **বাষ্পায়ন** (Evaporation)—যে কোন তাপমাত্রায় তরল পদার্থের কেবল উপরিতল হইতে ধীরে ধীরে বাষ্পে পরিণতিকে **বাষ্পায়ন** বলে।

যে সকল তরল পদার্থ বেশী উদ্বায়ী, সাধারণ তাপমাত্রাতেই তাহারা বাষ্পায়িত হয়। যথা,—কার্বন ডাই-সালফাইড। অপেক্ষাকৃত কম উদ্বায়ী তরলকে সাবধানে উত্তপ্ত করিয়া বাষ্পায়িত করা যায়।

কার্বন ডাই-সালফাইডে সালফারের দ্রবণ কিছুক্ষণ বায়ুতে খোলা রাখিয়া দিলে দ্রাবক বাষ্পীভূত হইয়া যায় এবং সালফার পড়িয়া থাকে। একটি টেস্ট-টিউবে সাধারণ লবণের জলীয় দ্রবণ লইয়া ধীরে ধীরে উত্তপ্ত করিলে সমস্ত জল বাষ্পীভূত হইয়া যায় এবং কঠিন সাধারণ লবণ (দ্রাব) পড়িয়া থাকে।

(c) **উধ্বর্পাতন** (Sublimation)—কতকগুলি উদ্বায়ী কঠিন পদার্থকে তাপ দিলে উহারা তরল পদার্থে পরিণত না হইয়া সরাসরি বাষ্পে পরিণত হয় এবং শীতল করিলে এই বাষ্প পুনরায় পূর্বের কঠিন পদার্থে পরিণত হয়। যে প্রণালীতে ইহা করা হয় তাহাকে **উধ্বর্পাতন** বলে এবং ঘনীভূত কঠিন পদার্থকে **উৎক্ষেপ** (Sublimate) বলে।

৪নং চিত্র—উর্ধ্বপাতন

একটি বেসিনে কোন একটি উদ্বায়ী কঠিন পদার্থ (যথা—অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড, কর্পূর, ন্যাপথালিন) লইয়া ত্রিপদ-স্ট্যাণ্ডে তারজালির উপর বসান হইল। একটি ফানেলের নল তুলা দিয়া বন্ধ করিয়া বেসিনের উপর উপুড় করিয়া কঠিন পদার্থটি ঢাকিয়া রাখা হইল। ফানেলের বাহিরের গায়ে ভিজা ব্লটিং কাগজ দিয়া মুড়িয়া দেওয়া হইল। বেসিনটি বুনসেন বার্নারে উত্তপ্ত করিলে কঠিন পদার্থ বাষ্পীভূত হয় এবং ফানেলের শীতল অংশের সংস্পর্শে আসিয়া পুনরায় কঠিন হইয়া জমা হয়। এই প্রণালীর

সাহায্যে কোন উদ্বায়ী কঠিন পদার্থকে অনুদ্বায়ী কঠিন পদার্থ হইতে পৃথক করা যায়।

Q. 15. Write short notes on :

(a) Decantation, (b) Extraction, (c) Lixiviation, (d) Precipitation.

[নিম্নলিখিত বিষয়গুলির সংক্ষিপ্ত বিবরণ দাও :—(a) আস্রাবণ, (b) নিষ্কাশন, (c) পরিস্রাবণ, (d) অধঃক্ষেপণ।]

Ans. (a) **আস্রাবণ** (Decantation)–যদি কোন ভারী অদ্রবণীয় কঠিন পদার্থ কোন পাত্রে তরল পদার্থের মধ্যে প্রলম্বিত থাকে তবে পাত্রটিকে কিছুক্ষণ স্থিরভাবে রাখিলে কঠিন পদার্থটি নিজের ভারবশতঃ পাত্রটির তলায় জমা হয় এবং উপরের তরল প্রায় স্বচ্ছ হইয়া আসে। এইভাবে ভারী অদ্রবণীয় কঠিন পদার্থকে নীচে জমিতে দেওয়াকে **থিতান** (sedimentation) এবং ঐ কঠিন পদার্থকে **কল্ক** (sediment) বলে। নীচে জমা কঠিন পদার্থ না নাড়িয়া উপরিস্থিত তরল পদার্থ যথাসম্ভব ঢালিয়া লওয়ার প্রণালীকে **আস্রাবণ** বলে।

(b) **নিষ্কাশন** (Extraction)—মিশ্র পদার্থ হইতে উপযুক্ত দ্রাবকের সাহায্যে উহার কেবলমাত্র দ্রবণীয় উপাদান দ্রবীভূত করিয়া অদ্রবণীয় উপাদান হইতে পৃথক করিবার প্রণালীকে **নিষ্কাশন** বলে।

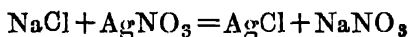
একটি বীকারে চিনি ও বালির মিশ্রণ লইয়া জল মিশান হইল এবং নাড়িয়া দেওয়া হইল। চিনি জলে দ্রবীভূত হইয়া যায়, অদ্রবণীয় বালি বীকারে পড়িয়া থাকে। ফিল্টার করিয়া চিনির দ্রবণ বালি হইতে পৃথক করা হয়। এখানে চিনিকে জলের সাহায্যে মিশ্রণ হইতে নিষ্কাশিত করা হইয়াছে।

হাইড্রোজেন পার-অক্সাইডের জলীয় দ্রবণের সহিত ইথার (ether) মিশাইয়া একটি বিচ্ছেদক ফানেলে (separating funnel) ভাল করিয়া নাড়িলে হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড ইথারে বেশী পরিমাণে দ্রবীভূত হয়। উপরের ইথারের স্তরে দ্রবীভূত হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড ও নীচের স্তরে জল থাকে। ইথার দ্রবণ পৃথক করিয়া সাধারণ তাপমাত্রায় বাষ্পায়িত করিলে হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড পাওয়া যায়। এক্ষেত্রে হাইড্রোজেন পার-অক্সাইডকে জল হইতে ইথারের সাহায্যে নিষ্কাশিত করা হইয়াছে।

(c) **পরিস্রাবণ** (Lixiviation)—শিল্প-পদ্ধতিতে বিভিন্ন কঠিন পদার্থের মিশ্রণ হইতে উপযুক্ত দ্রাবকের সাহায্যে কেবলমাত্র দ্রবণীয় অংশ দ্রবীভূত করিয়া অন্যান্য অদ্রবণীয় পদার্থ হইতে পৃথক করিবার প্রণালীকে **পরিস্রাবণ** বলে।

অধিকমাত্রায় আয়োডিনের প্রস্তুতিকালে কেল্‌প (kelp—সামুদ্রিক উদ্ভিদের ভস্ম) জলের সহিত মিশাইয়া গরম করিলে দ্রবণীয় সোডিয়াম ও পটাসিয়ামের আয়োডাইড, ক্লোরাইড ও সালফেট লবণ অদ্রবণীয় পদার্থ হইতে পৃথক হয়। এখানে গরম জল দ্বারা পরিস্রাবণ করা হইয়াছে।

(d) **অধঃক্ষেপণ** (Precipitation)—তুই বা ততোধিক পদার্থের মধ্যে (ইহাদের অন্ততঃ একটি দ্রবণরূপে থাকিবে) রাসায়নিক বিক্রিয়ার ফলে কোন কঠিন পদার্থ দ্রবণ হইতে পৃথক হইলে প্রক্রিয়াটিকে **অধঃক্ষেপণ** বলে। পৃথক নূতন পদার্থকে **অধঃক্ষেপ** (precipitate) বলে। এখানে একটি নূতন পদার্থ উৎপন্ন হয়।

একটি টেস্ট-টিউবে সাধারণ লবণের জলীয় দ্রবণ (পাতিত জলে) লইয়া উহাতে সিলভার নাইট্রেট দ্রবণ মিশাইলে সাদা অদ্রবণীয় সিলভার ক্লোরাইড উৎপন্ন হইয়া পৃথক হয়। $NaCl + AgNO_3 = AgCl + NaNO_3$

সাদা অধঃক্ষেপ

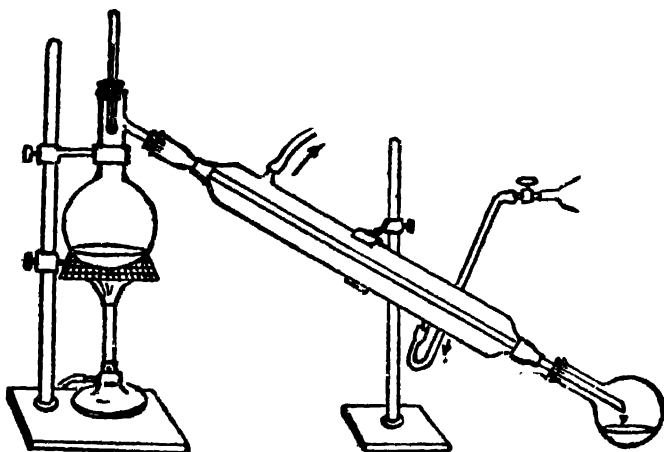
Q. 16. What is distillation ? Describe the process of distillation. Mention the applications of the process in the laboratory.

—H. S. 1960 (Comp.) ; '63, '66 (Comp.)

[পাতন কাহাকে বলে ? পাতন-প্রণালী বর্ণনা কর। ল্যাবরেটরীতে ইহার প্রয়োগ কি ?]

Ans. পাতন (Distillation)—কোন তরল পদার্থকে তাপ প্রয়োগে বাষ্পীভূত করিয়া সেই বাষ্পকে শীতল করিয়া পুনরায় তরল পদার্থে পরিণত করিবার প্রণালীকে **পাতন** বলে। সুতরাং পাতন-প্রণালী বাষ্পীভবন ও ঘনীভবন—এই তু'য়ের সমন্বয়।

পরীক্ষা—পাতন-প্রণালী লিবিগ্‌ শীতক বা কনডেনসারের সাহায্যে সম্পন্ন করা যায়। লিবিগ্‌ কনডেনসারে একটি দীর্ঘ সরু কাচ-নল থাকে, উহার চারিপাশ ঘিরিয়া আরেকটি মোটা কাচ-নল বেষ্টনী-নল (jecket)-রূপে থাকে। মোটা নলটির তুই প্রান্তের কাছাকাছি তুইটি পার্শ্ব-নল থাকে।

একটি পাতন-ফ্লাস্কে (distilling flask) কিছু খোলা জল লইয়া উহাতে খানিকটা কপার সালফেট দ্রবীভূত করা হইল। ফ্লাস্কটির মুখে কর্কের সাহায্যে একটি থার্মোমিটার বসান হইল। থার্মোমিটারের বালবটি পার্শ্ব-নলের ঠিক নীচে কিন্তু জলের বেশ উপরে থাকিবে। ফ্লাস্কটি ত্রিপদ-স্ট্যাণ্ডে তার-জালির উপর বসাইয়া বন্ধনীর

৩নং চিত্র—পাতন

সাহায্যে একটি স্ট্যাণ্ডের সহিত আটকান হইল। কনডেনসারের সরু নলের একপ্রান্ত ফ্লাস্কের পার্শ্ব-নলের সহিত জুড়িয়া কনডেনসারটি একটু কাত করিয়া বন্ধনীর সাহায্যে স্ট্যাণ্ডের সহিত আটকান হইল। কনডেনসারের নীচের মুখে একটি গ্রাহক-পাত্র রাখা হইল। কনডেনসারের নীচের নলটি রবার-নল দ্বারা জল-কলের সহিত যুক্ত করিয়া উপরের পার্শ্ব-নলের সহিত সংযুক্ত রবার নলটির অপর প্রান্ত 'sink'-এর মধ্যে রাখা হইল। জলের কল খুলিলে কনডেনসারের মোটা নল দিয়া জল প্রবাহিত হয় এবং সরু নলটি সর্বদা শীতল জলে ডুবান থাকে বলিয়াই উহা শীতল থাকে।

পাতন ফ্লাস্কটিকে বুনসেন বার্নারের সাহায্যে উত্তপ্ত করিলে জল ফুটিতে আরম্ভ করে এবং উৎপন্ন জলীয় বাষ্প ফ্লাস্কের পার্শ্ব-নল দিয়া কনডেনসারের সরু পথে প্রবেশ করে। কনডেনসারের শীতল অংশের সংস্পর্শে আসিয়া জলীয় বাষ্প ঘনীভূত হইয়া জলে পরিণত হয় এবং স্বচ্ছ বর্ণহীন জল ফোঁটা ফোঁটা করিয়া নীচের গ্রাহকে সঞ্চিত হইতে থাকে। এই সঞ্চিত তরলকে **পাতিত দ্রব্য** (distillate) বলে।

ফ্লাস্কের অবশিষ্ট পদার্থকে (এখানে ময়লা ও কপার সালফেট) **অবশেষ** (residue) বলে।

পাতন-প্রণালীর প্রয়োগ—(1) পাতন-প্রণালীর সাহায্যে তরল পদার্থ বিশুদ্ধ করা হয়। (2) পাতন-প্রণালীতে দ্রবণ হইতে দ্রাব ও দ্রাবক দুইটি পদার্থকেই সংগ্রহ করা যায়। কিন্তু দ্রাব উদ্বায়ী হইলে ইহা সম্ভব নহে। (3) স্ফুটনের সময় থার্মোমিটারের তাপমাত্রা অপরিবর্তিত থাকে। এই তাপমাত্রা পরীক্ষা-কালীন বায়ুচাপে তরল পদার্থের স্ফুটনাঙ্ক। সুতরাং পাতন-প্রণালী দ্বারা কোন তরল পদার্থের স্ফুটনাঙ্ক নির্ণয় করা যায়।

Q. 17. Write notes on :

(a) Fractional distillation. **H. S. 1973**

(b) Distillation under reduced pressure or distillation in vacuum.

(c) Destructive distillation or dry distillation.

—**H. S. 1962, '63, '64** (Comp.), **'71 (Comp.)**]

[নিম্নলিখিত পদ্ধতিগুলি সংক্ষেপে বর্ণনা কর :—(a) আংশিক পাতন, (b) হ্রস্বচাপ পাতন বা অল্পপ্রেষ পাতন, (c) অন্তর্ধূম পাতন বা শুষ্ক পাতন।]

Ans. (a) আংশিক পাতন (Fractional distillation)—দুই বা ততোধিক বিভিন্ন স্ফুটনাঙ্কের তরল পদার্থের মিশ্রণ হইতে বিভিন্ন তাপমাত্রায় পাতন-ক্রিয়া দ্বারা উপাদানগুলিকে পৃথক করিবার প্রণালীকে **আংশিক পাতন** বলে।

উদাহরণ - বেনজিন (Benzene, স্ফুটনাঙ্ক 80°C) ও টলুয়িন (Toluene, স্ফুটনাঙ্ক 110°C)-এর মিশ্রণ একটি গোলতল ফ্লাস্কে লওয়া হইল। ফ্লাস্কের মুখে একটি আংশিক পাতন-নল (fractionating column) যুক্ত করা হইল। আংশিক পাতন-নলের পার্শ্ব-নলের সঙ্গে গ্রাহকযুক্ত লি-বিগ্ কনডেনসার লাগান হইল। ফ্লাস্কটি উত্তপ্ত করিলে বাষ্প (বেনজিনের বাষ্পের পরিমাণ বেশী) আংশিক পাতন-নলের মধ্যে প্রবেশ করে এবং সেখানে শীতল হইবার প্রচুর স্থান পায়। উচ্চ-স্ফুটনাঙ্কের তরল পদার্থের (টলুয়িন) বাষ্প ঘনীভূত হইয়া ফ্লাস্কে ফিরিয়া আসে। গ্রাহকে যে পাতিত দ্রব্য সঞ্চিত হয় তাহাতে বেনজিনের পরিমাণ অনেক বেশী।

সমস্ত বেনজিন বাষ্পীভূত হইয়া গেলে তরল পদার্থের স্ফুটনাঙ্ক বৃদ্ধি পাইতে থাকে এবং 110°C তাপমাত্রায় টলুয়িন ফুটিতে থাকে। তখন আরেকটি ভিন্ন গ্রাহকে টলুয়িন সংগ্রহ করা যায়।

প্রথম যে পাতিত তরল পদার্থ সংগ্রহ করা হইয়াছে তাহাকে বারবার এইরূপে পাতিত করিলে শেষ পর্যন্ত বিশুদ্ধ বেনজিন পাওয়া যায়। আবার, দ্বিতীয় বারের পাতিত তরলকে বারবার পাতন করিয়া বিশুদ্ধ টলুয়িন পাওয়া যায়।

(b) **হ্রস্বচাপ পাতন বা অনুপ্রেষ পাতন** (Distillation under reduced pressure or Vacuum distillation)—যে সকল তরল পদার্থ সাধারণ বায়ু-চাপে উহাদের স্ফুটনাঙ্কের তাপমাত্রায় বিযোজিত হইয়া যায়, তাহাদের পাতন করা সম্ভব হয় না। সে-সব ক্ষেত্রে সাধারণ স্ফুটনাঙ্কের নিম্ন তাপমাত্রায় পাতন করা প্রয়োজন।

তরল পদার্থের উপরিস্থিত বায়ু-চাপ হ্রাস করিয়া উহার স্বাভাবিক স্ফুটনাঙ্ক হইতে নিম্নতর তাপমাত্রায় তরল পদার্থকে পাতিত করিবার পদ্ধতিকে **হ্রস্ব-চাপ পাতন বা অনুপ্রেষ পাতন** বলে।

উদাহরণ—জল-মিশ্রিত হাইড্রোজেন পার-অক্সাইডকে বিশুদ্ধ করিতে হইলে হ্রস্ব-চাপে পাতন করা হয়। সাধারণ বায়ু-চাপে হাইড্রোজেন পার-অক্সাইডের স্ফুটনাঙ্ক 151°C, কিন্তু ঐ তাপমাত্রায় ইহা জলে ও অক্সিজেনে বিযোজিত হয়। সেইজন্য নিম্ন-চাপে (68 মিমি. চাপে ইহার স্ফুটনাঙ্ক 85°C ; 26 মিমি. চাপে স্ফুটনাঙ্ক 69°C) পাতন করিয়া উহাকে বিশুদ্ধ করা হয়। গ্লিসারিন উহার সাধারণ স্ফুটনাঙ্কের তাপ-মাত্রায় (299°C) বিযোজিত হয় কিন্তু 12 মিমি. চাপে উহার স্ফুটনাঙ্ক 180°C। সুতরাং এই নিম্ন-চাপে গ্লিসারিন পাতিত করিয়া বিশুদ্ধ করা হয়।

(c) **অন্তর্ধূম পাতন বা শুষ্ক পাতন** (Destructive distillation or dry distillation)—বায়ুর অবর্তমানে কোন পদার্থকে তাপ-প্রয়োগে বিশ্লিষ্ট করিয়া উদ্বায়ী ও অনুদ্বায়ী নূতন পদার্থে পৃথক করিবার পদ্ধতিকে **অন্তর্ধূম পাতন বা শুষ্ক পাতন** বলে।

উদাহরণ—কয়লার অন্তর্ধূম পাতন দ্বারা কয়লা হইতে কোল-গ্যাস, আলকাতরা, অ্যামোনিয়া এবং অনুদ্বায়ী কোক-কয়লা, গ্যাস-কার্বন সংগ্রহ করা হয়। কাঠের

অন্তর্ধূম পাতন দ্বারা উড-গ্যাস (wood-gas), পাইরোলিগ্‌নিয়াস অ্যাসিড (pyroligneous acid), উড্‌টার (wood-tar) ও কাঠকয়লা পাওয়া যায়।

অন্তর্ধূম পাতনে পদার্থের রাসায়নিক পরিবর্তন ঘটে কিন্তু সাধারণ পাতনে পদার্থের ভৌত পরিবর্তন ঘটে।

Q. 18. What are crystals ? What is crystallisation ? What are the different methods of crystalisation ? What is the utility of crystallisation ?

(b) Define :—amorphous solid ; mother liquor.

[(a) কেলাস বা স্ফটিক ও কেলাসন বা স্ফটিকীকরণ কাহাকে বলে ? কেলাসনের বিভিন্ন পদ্ধতি কি কি ? কেলাসনের উপকারিতা কি ? (b) সংজ্ঞা লিখ—অনিয়তাকার কঠিন পদার্থ ; শেষ-দ্রব।]

Ans. (a) **কেলাস** বা **স্ফটিক** (Crystals)—নির্দিষ্ট জ্যামিতিক আকার-বিশিষ্ট সমতল পৃষ্ঠ (plane faces) দ্বারা সীমাবদ্ধ সমসত্ত্ব কঠিন পদার্থকে **কেলাস** বা **স্ফটিক** বলে। দ্রবণ হইতে বা গ্যাসীয় বা তরল অবস্থা হইতে উৎপাদনকালে কেলাস নিজে নিজেই এই নির্দিষ্ট আকার লাভ করে।

কেলাসাকার কঠিন পদার্থের নিজস্ব আকৃতি আছে। সাধারণ লবণের কেলাস ঘনক (cubic) ; ফটকিরির কেলাস যুগ্ম-শিখর (double pyramid) আকৃতির। একটি কেলাস ভাঙ্গিলে উহা হইতে যে সমস্ত ছোট ছোট কেলাস-ভগ্নাংশগুলি পাওয়া যায় তাহারা মূল কেলাসটির সদৃশ হয়।

কেলাসন বা **স্ফটিকীকরণ** (Crystallisation)—[প্রথমে কেলাসের সংজ্ঞা লিখিবে।] যে প্রণালীতে কেলাস প্রস্তুত করা হয় তাহাকে **কেলাসন বা স্ফটিকীকরণ** বলে। কেলাসনের পদ্ধতি—

(1) **গরম সংপৃক্ত দ্রবণকে শীতল করিয়া বা লঘু দ্রবণকে বাষ্পীভূত করিয়া**—উচ্চ তাপমাত্রায় সংপৃক্ত কোন দ্রবণ শীতল করিলে ঐ পরিমাণ দ্রাবক নিম্ন তাপমাত্রায় ঐ নির্দিষ্ট পরিমাণ দ্রাব দ্রবীভূত করিতে পারে না। অতিরিক্ত দ্রাব কেলাসরূপে পৃথক হইয়া যায়।

একটি বিকারে খানিকটা জল লইয়া উহাতে অল্প অল্প করিয়া কপার সালফেটের

গুঁড়া মিশাইয়া ভালরূপে নাড়িয়া দেওয়া হইল, যতক্ষণ না কিছু কপার সালফেট নীচে পড়িয়া থাকে। এখন বীকারটি বুনসেন বার্নারে উত্তপ্ত করিলে অতিরিক্ত কপার সালফেট দ্রবীভূত হইয়া যায়। উহাতে আরও কপার সালফেট গুঁড়া মিশাইয়া নাড়িয়া দেওয়া হইল, যতক্ষণ না কিছু কপার সালফেট অদ্রবীভূত থাকে। উচ্চতর তাপমাত্রায় সংপৃক্ত এই দ্রবণ যথাশীঘ্র ফিল্‌টার করিয়া পরিস্রুত আবেকটি বীকারে লইয়া স্থিরভাবে রাখিয়া দেওয়া হইল। দ্রবণ ধীরে ধীরে শীতল হইলে কপার সালফেটের স্ফটিক উৎপন্ন হইয়া বীকারে নীচে জমা হয়। ফিল্‌টার করিয়া স্ফটিকগুলি ফিল্‌টার কাগজের ভাঁজে শুষ্ক করা হইল।

একটি বেসিনে পটাসিয়াম নাইট্রেটের লঘু জলীয় দ্রবণ লইয়া উত্তপ্ত করা হইল। কাচের শলাকা দিয়া মাঝে মাঝে দ্রবণ নাড়িয়া দেওয়া হইল। জল বাষ্পীভূত হইয়া দ্রবণ ক্রমশঃ ঘন হয়। বেসিনের গায়ে বা কাচের শলাকার গায়ে কঠিনের দানা জমা হইলে উত্তাপ দেওয়া বন্ধ করিয়া বেসিনটি স্থিরভাবে রাখিয়া দেওয়া হইল। দ্রবণ শীতল হইলে উহা হইতে স্ফটিক পৃথক হইয়া আসে। ফিল্‌টার করিয়া স্ফটিকগুলি ফিল্‌টার কাগজের ভাঁজে শুষ্ক করা হইল।

(2) **গলিত পদার্থের ঘনীভবন দ্বারা**—একটি বেসিনে গন্ধক লইয়া উত্তপ্ত করা হইল। উত্তাপে গন্ধক গলিয়া একটি হলুদ তরল পদার্থে পরিণত হয়। বেসিনটি ঠাণ্ডা করিলে গলিত গন্ধকের উপরে একটি সর পড়ে। সরটি ছিদ্র করিয়া অবশিষ্ট তরল পদার্থ ঢালিয়া ফেলিলে দেখা যায়, বেসিনের গায়ে সূচের মত দীর্ঘ কেলাস জমা হইয়াছে।

(3) **উর্ধ্বপাতন-প্রণালী দ্বারা**—কঠিন আয়োডিনের খানিকটা একটি বেসিনে লইয়া ফানেল দ্বারা ঢাকিয়া উর্ধ্বপাতিত করা হইল। কিছুক্ষণ পরে আয়োডিন উর্ধ্বপাতিত হয় এবং ফানেলের শীতল অংশে কেলাসরূপে জমা হয়।

কেলাসনের উপকারিতা—কেলাসন-প্রণালী দ্বারা দুই উপায়ে কঠিন পদার্থের শোধন করা হয়। (1) **পুনঃকেলাসন** (Re-crystallisation)—উচ্চ তাপমাত্রায় কেলাসিত দ্রব্যমিশ্রিত পদার্থের সংপৃক্ত দ্রবণ প্রস্তুত করিয়া যথাশীঘ্র পরিস্রাবণ করা হয়। পরিস্রুত শীতল করিলে বিশুদ্ধ কেলাস পাওয়া যায়। (2) **আংশিক কেলাসন** (Fractional crystallisation)—দুইটি পদার্থের দ্রবণীয়তার পার্থক্য

বেশী হইলে উহাদের সংপৃক্ত দ্রবণ ঠাণ্ডা করিলে প্রথমে কম দ্রবণীয় পদার্থের কেলাস পৃথক হয় এবং ফিল্‌টার করিয়া উহা সংগ্রহ করা হয়। পরিস্রুত আরও শীতল করিলে বেশী দ্রবণীয় পদার্থ টির কেলাস পাওয়া যায়।

(b) **অনিয়তাকার কঠিন পদার্থ** (Amorphous solid)—যে সকল কঠিন পদার্থের কোন কেলাস-আকার নাই তাহাদের অনিয়তাকার কঠিন পদার্থ বলা হয়। যথা—কাচ, পিচ্, চুন ইত্যাদি।

শেষ-দ্রব (Mother liquor)—দ্রবণ হইতে কেলাস পৃথক হইবার পর যে অবশিষ্ট তরল পদার্থ পড়িয়া থাকে তাহাকে **শেষ-দ্রব** বলে।

Q. 19. Write short notes on :—

(a) Hydrated crystals ; water of crystallisation.

—H. S. 1960, '62, '64 (Comp.), '68, '69 (Comp.), '71 (Comp.), '72

(b) Anhydrous crystals.

(c) Efflorescence and efflorescent crystal.

—H. S. Final, 1960 (Comp), '61 (Comp.), 1966, '69

(d) Deliquescence and deliquescent crystal.

—H. S. 1960 (Comp.), '61 (Comp.), '66, '71 (Comp.)

(e) Hygroscopic.

[সংক্ষিপ্ত টীকা লিখ :—(a) সোদক কেলাস, কেলাস-জল, (b) অনার্দ্র কেলাস, (c) উদত্যাগ ও উদত্যাগী কেলাস, (d) উদগ্রহ ও উদগ্রাহী কেলাস, (e) জলাকর্ষী।]

Ans. (a) **সোদক কেলাস, কেলাস-জল** (hydrated crystals or hydrates ; water of crystallisation)—জলীয় দ্রবণ হইতে কেলাসনের সময় কতকগুলি কঠিন পদার্থ নির্দিষ্ট পরিমাণ জলের সহিত সংযুক্ত হইয়া কেলাসের আকৃতি ধারণ করে। এই কেলাসগুলিকে **সোদক কেলাস** বা **স্ফটিক** বলে। কেলাসের সহিত সংযুক্ত এই জলকে **কেলাস-জল** বলে।

উদাহরণ—দ্রবণ হইতে উৎপন্ন হইবার সময় কপার সালফেটের প্রতিটি অণুর সহিত পাঁচ অণু জল যুক্ত হয় ; $CuSO_4, 5H_2O$। কপার সালফেট সোদক কেলাস এবং $5H_2O$ হইল ইহার কেলাস-জল। সোদক ক্যালসিয়াম ক্লোরাইডে ($CaCl_2$,

$6H_2O$) ছয়টি, সোদক ফেরাস সালফেটে ($FeSO_4, 7H_2O$) সাতটি, ও সোডিয়াম কার্বনেট কেলাসে, ($Na_2CO_3, 10H_2O$) দশ অণু কেলাস-জল আছে।

জলের অণুর সংখ্যা প্রত্যেক কেলাসে নির্দিষ্ট থাকে এবং এই জলের অণুর উপর অনেক ক্ষেত্রে কেলাসের জ্যামিতিক আকার নির্ভর করে এবং কোন কোন ক্ষেত্রে কেলাসের রঙও নির্ভর করে।

(b) **অনার্দ্র (বা নিরুদক কেলাস** (বা **স্ফটিক**) (Anhydrous crystals) —যে সমস্ত কেলাসে কোন জলের অণু থাকে না তাহাদিগকে **অনার্দ্র** (বা **নিরুদক**) **কেলাস** (বা **স্ফটিক**) বলে।

উদাহরণ—সোডিয়াম ক্লোরাইড (NaCl), পটাসিয়াম নাইট্রেট (KNO_3)।

(c) **উদ-ত্যাগ** এবং **উদ-ত্যাগী কেলাস** (**Efflorescence and efflorescent crystal**)—কতকগুলি সোদক কেলাসকে সাধারণ তাপমাত্রায় বায়ুতে রাখিলে উহাদের কেলাস-জল ক্রমশঃ বাষ্পাকারে উড়িয়া যায় এবং কেলাসগুলি অবশেষে অনিয়তাকার হইয়া পড়ে। সোদক কেলাসের এই স্বভাবকে **উদত্যাগ** বলে এবং এইরূপ সোদক কেলাসকে **উদ-ত্যাগী** কেলাস বলে। যখন কেলাস-জলের বাষ্পীয় চাপ বায়ুর জলীয় বাষ্পের চাপ অপেক্ষা বেশী হয় তখন সোদক কেলাস কেলাস-জল ত্যাগ করে। এই পরিবর্তনে পদার্থের ওজন হ্রাস হয়।

সোডিয়াম কার্বনেট কেলাস ($Na_2CO_3, 10H_2O$) বাতাসে রাখিয়া দিলে উহার দশটি জলের অণুর নয়টি বাষ্পীভূত হইয়া যায় এবং একটি অবশিষ্ট থাকে, Na_2CO_3, H_2O। অতএব ইহা একটি উদত্যাগী পদার্থ।

(d) **উদ-গ্রহ এবং উদ-গ্রাহী কেলাস** (**Deliquescence and deliquescent crystal**)—কতকগুলি কেলাসকে বায়ুতে রাখিলে উহারা বায়ুর জলীয় বাষ্প শোষণ করে এবং অবশেষে শোষিত জলে দ্রবীভূত হয়। সোদক কেলাসের এই স্বভাবকে **উদ-গ্রহ** বলে এবং এইরূপ সোদক কেলাসকে **উদ-গ্রাহী** কেলাস বলে। উদ-গ্রাহী পদার্থের সংপৃক্ত দ্রবণের বাষ্প-চাপ সাধারণ তাপমাত্রায় বায়ুর জলীয় বাষ্পের চাপ হইতে কম বলিয়া উহারা বায়ু হইতে জলীয় বাষ্প শোষণ করিয়া ক্রমশঃই দ্রবীভূত হইতে থাকে।

উদাহরণ—ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড ($CaCl_2, 6H_2O$), ম্যাগনেসিয়াম ক্লোরাইড ($MgCl_2, 6H_2O$) ইত্যাদি উদ-গ্রাহী পদার্থ।

(e) **জলাকর্ষী** (Hygroscopic)—যে সকল পদার্থ বায়ুতে রাখিলে বায়ুর জলীয় বাষ্প শোষণ করে কিন্তু উহাতে দ্রবীভূত হয় না তাহাদের **জলাকর্ষী** বলে।

উদাহরণ—চুন, কপার অক্সাইড, অনাদ্র´ কপার সালফেট।

Q. 20. Describe how you would determine the percentage of water of crystallisation in (a) Alum [H. S. 1961 (comp.)] **and (b) Copper sulphate crystals.**

[(a) ফটকিরি ও (b) কপার সালফেট কেলাসের কেলাস-জল কিরূপে নির্ণয় করিবে তাহা বর্ণনা কর।]

Ans. (a) **অ্যালামের কেলাস-জল নির্ণয়**—নির্দিষ্ট পরিমাণ অ্যালাম উত্তপ্ত করিয়া উহার কেলাস-জল সম্পূর্ণ বাষ্পীভূত করা হয় এবং অনাদ্র´ অ্যালাম ওজন করা হয়। সোদক লবণ ও নিরুদক লবণের পার্থক্য হইতে কেলাস-জলের ওজন বাহির করা হয়।

ঢাকনি সহ একটি পরিষ্কার পোর্সেলিন মূচি অগ্নিসহ-মৃত্তিকার ত্রিভুজের উপর বসাইয়া বুনসেন বার্নারের শিখায় তীব্র উত্তপ্ত করা হইল এবং মুচিটি ডেসিকেটরে শীতল করিয়া উহার ওজন লওয়া হইল। এইভাবে উত্তপ্ত করা, শীতল করা এবং ওজন করা কয়েকবার ক্রমান্বয়ে করা হইল যতক্ষণ না মুচিটির শেষ ওজন দুইটি সমান হয়। মুচিতে প্রায় 2 গ্রাম চূর্ণ বিশুদ্ধ অ্যালাম লইয়া পুনরায় ওজন করা হইল। তারপর মুচিটির ঢাক্‌নি আংশিক খোলা রাখিয়া মুচিটিকে বায়ু-উনানে রাখিয়া 100°C তাপ-মাত্রায় কিছুক্ষণ উত্তপ্ত করা হয়। ফটকিরির কেলাস গলিয়া পরে জমাট বাঁধে। অতঃপর বায়ু-উনানের তাপমাত্রা বাড়াইয়া 200°C-এ রাখা হয়। এই তাপমাত্রায় ফটকিরির কেলাস-জল সম্পূর্ণ বাষ্পীভূত হয়। মুচিটি ডেসিকেটরে শীতল করিয়া ওজন করা হইল। এইরূপ কয়েকবার বায়ু-উনানে উত্তপ্ত করা, ডেসিকেটরে শীতল করা এবং ওজন করা ক্রমান্বয়ে করা হইল যতক্ষণ না শেষ ওজন দুইটি সমান হয়। ইহাতে বুঝা যায় যে কেলাস-জল সম্পূর্ণ বাষ্পীভূত হইয়া গিয়াছে। এই ওজনটি শেষ ওজনরূপে লেখা হইল।

পরীক্ষার ফল—ঢাকনি সহ মুচির ওজন $= w_1$ গ্রাম,

ঢাকনি সহ মুচি ও অ্যালামের ওজন $= w_2$ গ্রাম,

ঢাকনি সহ মুচি ও অনার্দ্র অ্যালামের ওজন $= w_3$ গ্রাম।

গণনা—অ্যালামের ওজন $= (w_2 - w_1)$ গ্রাম,

কেলাস-জলের ওজন $= (w_2 - w_3)$ গ্রাম,

$(w_2 - w_1)$ গ্রাম অ্যালামে $(w_2 - w_3)$ গ্রাম কেলাস জল আছে।

$\therefore$ 100 " " $\dfrac{(w_2 - w_3) \times 100}{(w_2 - w_1)}$ গ্রাম কেলাস জল আছে।

সুতরাং কেলাস-জলের শতকরা পরিমাণ $= \dfrac{(w_2 - w_3) \times 100}{w_2 - w_1}$

(b) **কপার সালফেট কেলাসের কেলাস-জল নির্ণয়**—এক জোড়া শুষ্ক ক্লক্-গ্লাস (clock-glass) ক্লিপ (clip)-দ্বারা আটকাইয়া ওজন করা হইল। এখন কিছু শুষ্ক ও বিশুদ্ধ কপার সালফেট কেলাসের গুঁড়া নীচের ক্লক-গ্লাসে রাখিয়া উপরের ক্লক্-গ্লাস দ্বারা ঢাকিয়া দেওয়া হইল এবং পুনরায় ওজন করা হইল। কেলাস-জল যাহাতে বাষ্পরূপে বাহির হইয়া যাইতে পারে সেইজন্য ক্লক্-গ্লাস দুইটির মধ্যে সামান্য ফাঁক রাখিয়া উহা বায়ু-চুল্লীতে (air-oven) রাখা হইল। বায়ু-চুল্লীর তাপ-মাত্রা প্রথমে 100°C ও পরে 230°C-এ রাখা হয়। প্রায় 45 মিনিট কাল উত্তপ্ত করিবার ফলে লবণটি নিরুদক ও সাদা হয়। এখন ক্লক্-গ্লাস মুখে মুখে জোড়া লাগাইয়া বাহিরে আনিয়া ডেসিকেটরে শীতল করা হয় এবং পরে ওজন লওয়া হয়। এইরূপ কয়েকবার উত্তপ্ত করা, শীতল করা ও ওজন করা ক্রমান্বয়ে করিয়া যাওয়া হয়, যতক্ষণ না শেষ ওজন দুইটি সমান হয়। ইহাতে বুঝা যায় যে কেলাস-জল সম্পূর্ণ বাষ্পীভূত হইয়া গিয়াছে।

পরীক্ষার ফল—ক্লিপসহ ক্লক্-গ্লাস দুইটির ওজন $= w_1$ গ্রাম,

ক্লিপ সহ ক্লক্-গ্লাস দুইটি ও সোদক লবণের ওজন $= w_2$ গ্রাম,

ক্লিপ সহ ক্লক্-গ্লাস দুইটি ও নিরুদক লবণের ওজন $= w_3$ গ্রাম।

গণনা—সোদক লবণের ওজন $= (w_2 - w_1)$ গ্রাম,

কেলাস-জলের ওজন $= (w_2 - w_3)$ গ্রাম,

$(w_2 - w_1)$ গ্রাম সোদক লবণে $(w_2 - w_3)$ গ্রাম কেলাস জল আছে,

$\therefore$ 100 গ্রাম „ „ $\frac{(w_2 - w_3) \times 100}{(w_2 - w_1)}$ „ „ „

$\therefore$ কেলাস জলের শতকরা পরিমাণ $= \frac{(w_2 - w_3) \times 100}{(w_2 - w_1)}$ ।

Q. 21. (a) Describe an experiment to show the solubility of gases in liquid. What are the effects of temperature and pressure on the solubility of gases in liquid ?

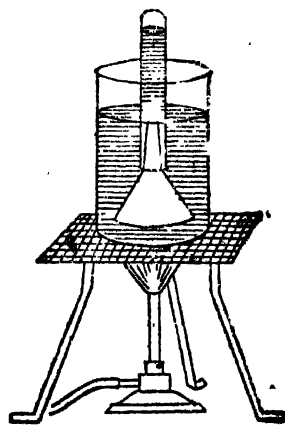
(b) Why is there an effervescence when the cork of a soda-water bottle is removed ?

[(a) তরল পদার্থের গ্যাসের দ্রাব্যতার একটি পরীক্ষা বর্ণনা কর। এই দ্রাব্যতার উপর তাপমাত্রা ও চাপের প্রভাব কি কি ? (b) সোডাওয়াটার বোতলের কর্ক খুলিলে বুদ্‌বুদন্ আরম্ভ হয় কেন ?]

Ans. (a) গ্যাস তরল পদার্থে দ্রবীভূত হয়। কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্যাস জলে মোটামুটি দ্রবণীয়। বায়ু জলে সামান্য দ্রবীভূত হয় এবং বায়ুর অক্সিজেনের সাহায্যে জলচর প্রাণী শ্বাসকার্য চালায়। জলে যে বায়ু দ্রবীভূত থাকে তাহা নিম্ন পরীক্ষার সাহায্যে দেখান যায়।

পরীক্ষা—একটি বীকারের প্রায় তিন-চতুর্থাংশ কলের জলে (tap-water) পূর্ণ করিয়া উহার মধ্যে একটি ফানেল উপুড় করিয়া বসান হইল। ফানেল জলে সম্পূর্ণ ডুবান থাকে। একটি জল-পূর্ণ টেস্ট-টিউব ফানেলের নলের উপর উপুড় করিয়া বসান হইল। ত্রিপদস্ট্যাণ্ডে তার-জালির উপর বীকারটি উত্তপ্ত করা হইল। দেখা যায়, বুদ্‌বুদাকারে গ্যাস উঠিয়া টেস্টটিউবে সঞ্চিত হইতেছে।

4নং চিত্র—তরল পদার্থে গ্যাসের দ্রাব্যতা

জলের মধ্যে দ্রবীভূত বায়ু তাপ প্রয়োগের ফলে জল হইতে বাহির হইয়া যায়। কারণ তাপমাত্রা বৃদ্ধির সহিত গ্যাসের দ্রাব্যতা হ্রাস পায়।

গ্যাসের দ্রাব্যতার উপর তাপমাত্রা ও চাপের প্রভাব—তরল পদার্থে গ্যাসের দ্রাব্যতা তরল পদার্থ ও গ্যাসের প্রকৃতি এবং তাপমাত্রা ও চাপের উপর নির্ভর করে। তাপমাত্রা বৃদ্ধি পাইলে গ্যাসের দ্রাব্যতা হ্রাস পায়। উপরের পরীক্ষা হইতে ইহা প্রমাণিত হয়।

চাপ বৃদ্ধি করিলে তরল পদার্থে গ্যাসের দ্রাব্যতা বৃদ্ধি পায়। চাপ কমাইলে দ্রাব্যতা হ্রাস পায়। [উদাহরণ স্বরূপ নীচের (b) অংশটুকু উল্লেখ করিবে।]

(b) সাধারণ অবস্থায় কার্বন ডাই-অক্সাইড জলে প্রায় সমায়তন পরিমাণে দ্রবীভূত হয়। অতিরিক্ত চাপে অধিক পরিমাণে কার্বন ডাই-অক্সাইড জলে দ্রবীভূত হয়, কারণ চাপ বৃদ্ধির জন্য উহার দ্রাব্যতা বৃদ্ধি পায়। কার্বন ডাই-অক্সাইডের এই জলীয় দ্রবণ সোডা-ওয়াটার। সোডা-ওয়াটার বোতলের কর্ক খুলিলে চাপ হ্রাস পায়। ফলে কার্বন ডাই-অক্সাইডের দ্রাব্যতা কমিয়া যায় এবং অতিবিক্ত গ্যাস বুদ্‌বুদাকারে বাহির হইয়া যায়।

Q. 22. (a) Define—Melting point, Freezing point and Boiling point.

(b) State the effects of solute on the freezing point and boiling point of a solvent.

[(a) সংজ্ঞা লিখ—গলনাঙ্ক, হিমাঙ্ক ও স্ফুটনাঙ্ক। (b) দ্রাবকের হিমাঙ্ক ও স্ফুটনাঙ্কের উপরে দ্রাবের প্রভাব উল্লেখ কর।]

Ans. (a) **গলনাঙ্ক ও হিমাঙ্ক** (Melting point and Freezing point)—কোন নির্দিষ্ট চাপে পদার্থ যে তাপমাত্রায় গলিতে আরম্ভ করে তাহাকে ঐ পদার্থের **গলনাঙ্ক** বলে। পদার্থের গলন শেষ না হওয়া পর্যন্ত ঐ তাপমাত্রা স্থির থাকে। কোন নির্দিষ্ট চাপে তরল যে তাপমাত্রায় জমিতে আরম্ভ করে তাহাকে ঐ তরলের **হিমাঙ্ক** বলে। যতক্ষণ পর্যন্ত না সমস্ত তরল জমিয়া যায় ততক্ষণ ঐ তাপমাত্রা স্থির থাকে।

কোন পদার্থের গলনাঙ্ক ও হিমাঙ্ক এক। যেমন সাধারণ বায়ু-চাপে বরফ 0° সেন্টিগ্রেডে গলিয়া জল হয় এবং জল ঐ তাপমাত্রাতেই জমিয়া বরফে পরিণত হয়। কোন পদার্থের গলনাঙ্ক বায়ু-চাপের উপর নির্ভর করে।

স্ফুটনাঙ্ক (Boiling point)—নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় ও নির্দিষ্ট বায়ু-চাপে তরল পদার্থের সকল অংশ হইতে দ্রুত বাষ্পে পরিণতিকে স্ফুটন বলে এবং এই নির্দিষ্ট তাপমাত্রাকে তরল পদার্থের **স্ফুটনাঙ্ক** বলে। বায়ু-চাপ নির্দিষ্ট থাকিলে স্ফুটনের সময় তরল পদার্থের বাষ্পের তাপমাত্রা অপরিবর্তিত থাকে, যতক্ষণ না সমস্ত তরল পদার্থ বাষ্পীভূত হইয়া যায়। এই তাপমাত্রায় বাষ্পের চাপ তরলের উপরের বায়ু-চাপের সমান। বায়ু-চাপ বাড়িলে স্ফুটনাঙ্ক বাড়ে, বায়ু-চাপ কমিলে স্ফুটনাঙ্ক কমে। সাধারণ বায়ু-চাপে জলের স্ফুটনাঙ্ক 100°C।

(b) **দ্রাবকের হিমাঙ্কের ও স্ফুটনাঙ্কের উপর দ্রাবের প্রভাব**—নির্দিষ্ট বায়ু-চাপে একটি বিশুদ্ধ দ্রাবকের হিমাঙ্ক ও স্ফুটনাঙ্ক নির্দিষ্ট। পরীক্ষা দ্বারা দেখা যায় যে দ্রাবকের মধ্যে দ্রাব দ্রবীভূত থাকিলে দ্রাবকের স্ফুটনাঙ্ক ও হিমাঙ্ক উভয়ই পরিবর্তিত হয়। বিশুদ্ধ জলের হিমাঙ্ক 0°C। কিন্তু সাধারণ লবণ বা অন্য কোন দ্রাব দ্রবীভূত করিলে জল আর 0° সেন্টিগ্রেডে জমিয়া বরফে পরিণত হয় না। 0° সেন্টিগ্রেড অপেক্ষা নিম্ন তাপমাত্রায় জল কঠিন বরফে পরিণত হয়। সুতরাং দ্রাবের উপস্থিতি দ্রাবকের হিমাঙ্ক হ্রাস করে। হিমাঙ্ক কি পরিমাণ হ্রাস পাইবে তাহা দ্রাবক ও দ্রাবের প্রকৃতির উপর নির্ভর করে।

সাধারণ বায়ু-চাপে বিশুদ্ধ জলের স্ফুটনাঙ্ক 100°C। কিন্তু জলে সাধারণ লবণ বা অন্যান্য দ্রাব থাকিলে জলের স্ফুটনাঙ্ক 100°C-এর অধিক হয়। সুতরাং, দ্রাবের উপস্থিতি দ্রাবকের স্ফুটনাঙ্ক বৃদ্ধি করে। স্ফুটনাঙ্ক কি পরিমাণ বৃদ্ধি পাইবে তাহা দ্রাবকের ও দ্রাবের প্রকৃতির উপর নির্ভর করে।

Q. 23. (a) Define solubility.

—H. S. 1962, '63, 67 (Comp.), '69 (Comp.), '70, '73

(b) What do you mean by the statement that solubility of common salt is 36 at 20°C ? (c) Why is it necessary to specify temperature in mentioning the solubility of a substance ?

[(a) দ্রাব্যতার বা দ্রবণীয়তার সংজ্ঞা লিখ। (b) 20°C তাপমাত্রায় সাধারণ লবণের দ্রাব্যতা 36—ইহা দ্বারা কি বোঝ ? (c) কোন পদার্থের দ্রাব্যতা প্রকাশ করিতে তাপমাত্রা উল্লেখ করা হয় কেন ?]

Ans. (a) **দ্রাব্যতা বা দ্রবণীয়তা** (Solubility)—নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় 100 গ্রাম দ্রাবককে সংপৃক্ত দ্রবণে পরিণত করিতে হইলে যত গ্রাম দ্রাব প্রয়োজন হয় তত গ্রাম-ওজনের সংখ্যাটিকে ঐ তাপমাত্রায় পদার্থ টির **দ্রাব্যতা** বা **দ্রবণীয়তা** বলে।

a গ্রাম দ্রাব যদি t°C তাপমাত্রায় b গ্রাম দ্রাবককে সংপৃক্ত করে, তবে ঐ তাপমাত্রায় উহার দ্রাব্যতা $= \frac{a \times 100}{b}$ ।

(b) 20°C তাপমাত্রায় সাধারণ লবণের দ্রাব্যতা 36—ইহার অর্থ—20°C তাপমাত্রায় 36 গ্রাম সাধারণ লবণ 100 গ্রাম জলে দ্রবীভূত হইয়া সংপৃক্ত দ্রবণ উৎপন্ন করে।

(c) বিভিন্ন তাপমাত্রায় একই পরিমাণ (এখানে 100 গ্রাম) দ্রাবককে সংপৃক্ত দ্রবণে পরিণত করিতে বিভিন্ন পরিমাণ দ্রাব লাগে। নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় এই দ্রাবের পরিমাণ নির্দিষ্ট থাকে। এইজন্য কোন পদার্থের দ্রাব্যতা প্রকাশ করিবার সময় তাপমাত্রার উল্লেখ করা প্রয়োজন।

Q. 24. How would you determine the solubility of a salt (i) at room temperature [H. S. 1960 (comp.), '65, '70] **and (ii) at a temperature lower or higher than room temperature ?**

[(i) ঘরের তাপমাত্রায় এবং (ii) উহার নিম্ন বা উচ্চ তাপমাত্রায় লবণের দ্রাব্যতা বা দ্রবণীয়তা কিরূপে নির্ণয় করিবে ?]

Ans. (i) **ঘরের তাপমাত্রায় লবণের দ্রাব্যতা বা দ্রবণীয়তা নির্ণয় : পরীক্ষা**—একটি শিশিতে কিছু চূর্ণ লবণ লইয়া খানিকটা পাতিত জল মিশান হইল। শিশির মুখ বন্ধ করিয়া উত্তমরূপে ঝাঁকাইয়া লওয়া হইল। সমস্ত লবণ দ্রবীভূত হইলে আরও লবণ মিশাইতে হইবে, যেন কিছু অদ্রবীভূত লবণ শিশিতে থাকে। লবণের এই দ্রবণ পরীক্ষাকালীন তাপমাত্রায় সংপৃক্ত। একটি পরিষ্কার ও শুষ্ক ছোট পাতলা কাচের বেসিনের (evaporating basin) ওজন লওয়া হইল। শুষ্ক ফানেল ও শুষ্ক ফিল্টার কাগজের সাহায্যে সংপৃক্ত দ্রবণের খানিকটা ফিল্টার করিয়া বেসিনে লওয়া হইল। দ্রবণ সহ বেসিনটি পুনরায় ওজন করা হইল। বেসিনটি ওয়াটার-বাথ (water-bath)-এ উত্তপ্ত করিয়া দ্রবণের জল সম্পূর্ণ বাষ্পীভূত করা হইল। কঠিন লবণ বেসিনে অবশিষ্ট থাকে। তারপর বেসিনটি উত্তপ্ত বায়ু-চুল্লীতে (air oven) শুষ্ক

করিয়া ডেসিকেটরে শীতল করা হইল। শীতল হইলে লবণ সহ বেসিন পুনরায় ওজন করা হইল। এইরূপে বেসিনটি বারে বারে উত্তপ্ত করিয়া এবং ডেসিকেটরে শীতল করিয়া উহার ওজন লওয়া হইল, যতক্ষণ না উহার শেষ ওজন দুইটি সমান হয়।

পরীক্ষার ফল— ঘরের তাপমাত্রা $= t^{\circ}C$

বেসিনের ওজন $= a$ গ্রাম ; দ্রবণ সহ বেসিনের ওজন $= b$ গ্রাম,

শুষ্ক লবণসহ বেসিনের নিত্য ওজন $= c$ গ্রাম।

গণনা— লবণের ওজন $= (c-a)$ গ্রাম ; জলের ওজন $= (b-c)$ গ্রাম।

সুতরাং, $(b-c)$ গ্রাম জলে $(c-a)$ গ্রাম লবণ দ্রবীভূত হইলে দ্রবণ সংপৃক্ত হয়।

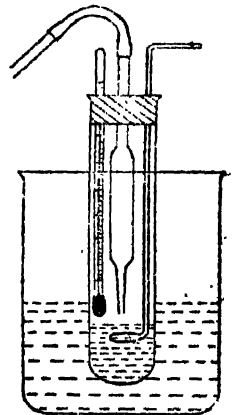
$\therefore$ 100 গ্রাম জলে $\frac{(c-a)}{(b-c)} \times 100$ গ্রাম লবণ " " " " "

সুতরাং, t° সেন্টিগ্রেডে লবণের দ্রাব্যতা $= \frac{(c-a) \times 100}{(b-c)}$।

(ii) ঘরের তাপমাত্রার নিম্ন বা উচ্চ তাপমাত্রায় দ্রাব্যতা নির্ণয় :

পরীক্ষা—একটি মোটা টেস্ট-টিউবের মুখ রবার কর্কের সাহায্যে আটিয়া কর্কের ভিতর দিয়া একটি থার্মোমিটার, একটি আলোড়ক (stirrer) এবং একটি পিপেট প্রবেশ করান হইল। টেস্ট-টিউবের মধ্যে খানিকটা চূর্ণ লবণ ও পাতিত জল লওয়া হইল। টেস্ট-টিউবটি একটি বড় বীকারে জলের মধ্যে বসান হইল; বীকারের জল গরম করিয়া বা বরফের সাহায্যে শীতল করিয়া প্রয়োজনীয় তাপমাত্রা রাখা হয়। আলোড়কের সাহায্যে টেস্ট-টিউবের নলের মিশ্রণ ভালরূপে নাড়িয়া প্রয়োজনীয় তাপমাত্রায় (থার্মোমিটার হইতে তাপমাত্রা লক্ষ্য করা হয়) লবণের সংপৃক্ত দ্রবণ প্রস্তুত করা হইল। প্রয়োজন হইলে আরও লবণ মিশাইতে হইবে, যাহাতে কিছু লবণ অদ্রবীভূত থাকে। দ্রবণটি সংপৃক্ত হইলে পিপেটের সাহায্যে নির্দিষ্ট পরিমাণ দ্রবণ তুলিয়া একটি পরিষ্কার, শুষ্ক

5 নং চিত্র—দ্রাব্যতা নির্ণয়

ও পূর্বে ওজন করা বেসিনে রাখা হইল। বেসিনটি ওয়াটার বাথ-এ উত্তপ্ত করিয়া সমস্ত জল বাষ্পীভূত করা হইল। কঠিন লবণ সহ বেসিনটি বায়ু-চুল্লীতে উত্তপ্ত করিয়া

ডেসিকেটরে শীতল করিয়া ওজন লওয়া হইল। যতক্ষণ না নিত্য (constant) হইয়াছে, ততক্ষণ উত্তপ্ত করা, শীতল করা ও ওজন করা ক্রমান্বয়ে করা হইয়াছে।

পরীক্ষার ফল ও গণনা—(i) নং পরীক্ষার স্থায়।

Q. 25. What is a solubility curve ? What is its utility ?

—H. S. 1960 (Comp.), 1961, '65, '70, '73

[(a) দ্রাব্যতা-লেখ বা দ্রবণীয়তা-লেখ কাহাকে বলে ? উহার উপযোগিতা কি ?]

(b) Construct the solubility curves of lead nitrate and potassium chlorate from the following results.

[নিম্নলিখিত ফল হইতে লেড নাইট্রেট ও পটাসিয়াম ক্লোরেটের দ্রাব্যতা-লেখ অঙ্কন কর।]

Temp. in. C.	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	80°	90°	100°
Solubility of										
Lead nitrate	37	46	54	63	72·2	82	92·5	111	119	113
Potassium chlorate	3	4	7·2	10	14·8	20	26	40	48	59

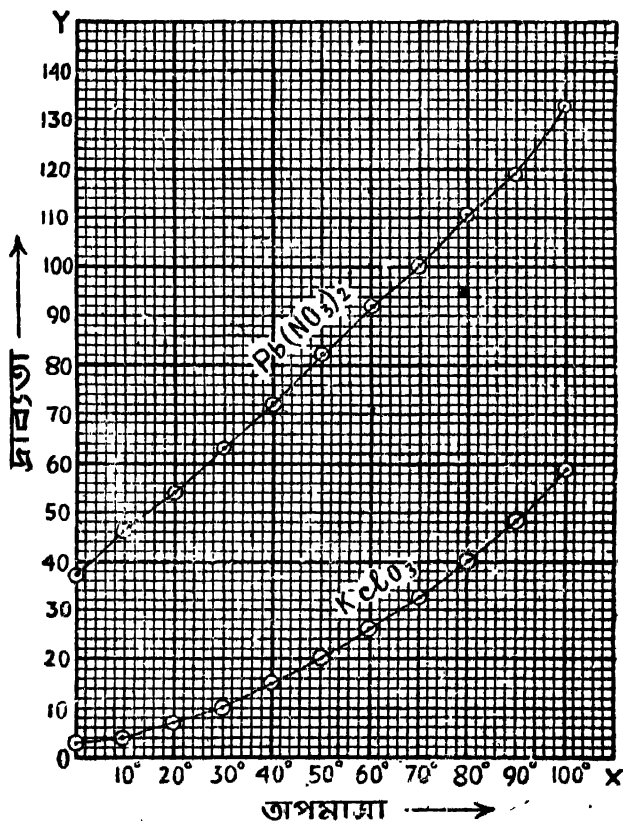
(c) From the curves find out the solubility of the two salts at 44°C and 70°C.

[দ্রাব্যতা-লেখ হইতে 44°C ও 70°C-এ লবণ দুইটির দ্রাব্যতা নির্ণয় কর।]

Ans. (a) **দ্রাব্যতা-লেখ** (Solubility curve)—[প্রথমে Q. 23 (a)-এর উত্তর অনুযায়ী দ্রাব্যতার সংজ্ঞা লিখিবে।] তাপমাত্রার সহিত পদার্থের দ্রাব্যতার পরিবর্তন যে চিত্র দ্বারা প্রকাশ করা হয় তাহাকে ঐ পদার্থের **দ্রাব্যতা-লেখ** বলে।

দ্রাব্যতা-লেখের উপযোগিতা—(1) যে কোন তাপমাত্রায় পদার্থের দ্রাব্যতা জানা যায়। (2) তাপমাত্রার হ্রাস-বৃদ্ধির সহিত দ্রাব্যতার পরিবর্তন কিরূপ হয় তাহা বুঝা যায়। (3) একই তাপমাত্রায় দুইটি পদার্থের দ্রাব্যতা তুলনা করিয়া দেখা যায়। (4) দুইটি পদার্থের মিশ্র দ্রবণ বাষ্পীভূত বা শীতল করিলে উহা হইতে কোন্ পদার্থটি আগে পৃথক হইবে জানা যায়।

(b) **দ্রাব্যতা-লেখ অঙ্কন**—একটি ছক-কাগজ (graph paper) লইয়া উহাতে

দুইটি পরস্পর লম্ব রেখা টানা হইল। ছক-কাগজের অনুভূমিক (horizontal) OX রেখা তাপমাত্রা এবং লম্ব (vertical) OY রেখা লবণ দুইটির দ্রাব্যতা প্রকাশ করে বলিয়া ধরা হয়। OX রেখার প্রত্যেক ছোট ঘর=2°C এবং OY রেখার প্রত্যেক ছোটঘর=2 দ্রাব্যতা ধরা হইল। কোন তাপমাত্রা হইতে লম্বরেখা ও আনুষঙ্গিক দ্রাব্যতা হইতে অনুভূমিক রেখা টানিলে উহারা একটি বিন্দুতে মিলিত হইবে। এইরূপে বিভিন্ন তাপমাত্রায় অনেকগুলি বিন্দু পাওয়া যায়। এই বিন্দুগুলি যোগ করিয়া

6নং চিত্র—দ্রাব্যতা-লেখ অংকন

একটি দ্রাব্যতা-লেখ পাওয়া যায়। উপরে লেড নাইট্রেট ও পটাসিয়াম ক্লোরেটের দ্রাব্যতা-লেখ অংকন করিয়া দেখান হইয়াছে।

(c) লেড নাইট্রেটের দ্রাব্যতা-লেখ হইতে দেখা যায় যে, 44°C ও 70°C-এ উহার দ্রাব্যতা যথাক্রমে 76 ও 100। সেইরূপ 44°C ও 70°C-এ পটাসিয়াম ক্লোরেটের দ্রাব্যতা যথাক্রমে 17 ও 32'4।

Q. 26. How would you determine the concentration or strength of a solution of common salt ?

[একটি সাধারণ লবণের জলীয় দ্রবণের গাঢ়তা বা মাত্রা কিরূপে নির্ণয় করিবে ?]

Ans. **পরীক্ষা**—ঢাক্‌নি সহ একটি পরিষ্কার ও শুষ্ক পোর্সেলিন খর্পরের (crucible) ওজন লওয়া হইল। খর্পরে প্রায় 10 c.c. দ্রবণ লইয়া উহা পুনরায় ওজন করা হইল। ত্রিপদ-স্ট্যাণ্ডে অ্যাসবেস্টস্ বোর্ডের উপর বসাইয়া খর্পরটি খুব ধীরে ধীরে বুনসেন শিখায় উত্তপ্ত করিয়া জল বাষ্পীভূত করা হইল। তারপর খর্পরটিকে ত্রিপদ-স্ট্যাণ্ডে অগ্নিসহ-মৃত্তিকার ত্রিভুজের উপর বসাইয়া কিছুক্ষণ উত্তপ্ত করা হইল। খর্পরটি শীতল করিয়া ওজন লওয়া হইল। উত্তপ্ত করা, শীতল করা ও ওজন করা ক্রমান্বয়ে করা হইল, যাহাতে শেষ ওজনটি নিত্য হয়।

পরীক্ষার ফল—ঢাক্‌নি সহ খর্পরের ওজন $= a$ গ্রাম,

ঢাক্‌নি সহ খর্পর ও দ্রবণের ওজন $= b$ গ্রাম,

ঢাক্‌নি সহ খর্পর ও শুষ্ক লবণের ওজন $= c$ গ্রাম।

গণনা—দ্রবণের ওজন $= (b-a)$ গ্রাম,

জলের ওজন $= (b-c)$ গ্রাম,

লবণের ওজন $= (c-a)$ গ্রাম,

$(b-c)$ গ্রাম জলে লবণের ওজন $= (c-a)$ গ্রাম,

$\therefore$ 100 গ্রাম জলে লবণের ওজন $= \dfrac{(c-a)}{(b-c)} \times 100$ গ্রাম।

আবার,

$(b-a)$ গ্রাম দ্রবণের লবণের ওজন $(c-a)$ গ্রাম,

$\therefore$ 100 গ্রাম দ্রবণে লবণের ওজন $= \dfrac{(c-a)}{(b-a)} \times 100$ গ্রাম।

এইরূপে বলা যায় যে, দ্রবণের গাঢ়তা বা মাত্রা হইতেছে—

$$\text{প্রতি 100 গ্রাম দ্রবণে দ্রাব} = \frac{(c-a)}{(b-a)} \times 100 \text{ গ্রাম},$$

$$\text{অর্থাৎ দ্রবণটির গাঢ়তা বা মাত্রা} = \text{শতকরা } \frac{(c-a)}{(b-a)} \times 100.$$

Numerical Examples [গাণিতিক উদাহরণ]

(A) **কেলাস-জল সংক্রান্ত**

1. Copper sulphate crystals contain 36·07 per cent of water of crystallisation. 25 g. of copper sulphate crystals are heated. Calculate the loss of weight.

[কপার সালফেট কেলাসে কেলাস-জলের শতকরা পরিমাণ 36·07। 25 গ্রাম কপার সালফেট কেলাস উত্তপ্ত করিলে ওজনের কত হ্রাস হইবে নির্ণয় কর।]

Ans. 100 গ্রাম কপার সালফেট কেলাসে কেলাস-জল=36·07 গ্রাম,

∴ 25 " " " " " " $= \frac{36 \cdot 07 \times 25}{100}$ গ্রাম,

=9·0175 গ্রাম।

কেলাস-জল সম্পূর্ণ বাষ্পীভূত হইবার জন্য ওজনের হ্রাস হয়।

সুতরাং, ওজনের হ্রাস=9·0175 গ্রাম।

2. Blue vitriol is represented by the formula $CuSO_4$, nH_2O; 1 g. of the sample, on being heated, was reduced to the constant weight equal to 0·64 g. Find the value of n.

[ব্লু-ভিট্রিয়লের সংকেত $CuSO_4$, nH_2O ; 1 গ্রাম পদার্থ উত্তপ্ত করিলে উহার ওজন কমিয়া 0·64 গ্রামে অপরিবর্তিত থাকে। 'n'-এর মান নির্ণয় কর।]

Ans. ব্লু-ভিট্রিয়লের ওজন=1 গ্রাম ; অনার্দ্র কপার সালফেটের ওজন=0·64 গ্রাম।

∴ 1 গ্রাম ব্লু-ভিট্রিয়লের সহিত যুক্ত কেলাস-জলের ওজন=(1−0·64) ; বা 0·36 গ্রাম।

কপার সালফেটের ($CuSO_4$) গ্রাম আণবিক ওজন=(63·5+32+64) বা 159·5 গ্রাম।

0·64 গ্রাম কপার সালফেট যুক্ত থাকে 0·36 গ্রাম কেলাস-জলের সহিত

∴ 159·5 গ্রাম " " " " $\frac{0·36 \times 159·5}{0·64}$ বা 89·72 গ্রাম কেলাস-জলের সহিত।

সুতরাং, কেলাস-জলের অণুর সংখ্যা $= \frac{89·72}{18} = 4·98$ অর্থাৎ 5 (নিকটতম পূর্ণসংখ্যা

অতএব, n=5.

3. 1·5 g. of hydrated calcium chloride, when heated, left behind 0·76 g. of the anhydrous salt. Calculate the percentage of water present, also the number of molecules of water of crystallisation (for one molecule of anhydrous salt).

—H. S. 1968

[1·5 গ্রাম সোদক ক্যালসিয়াম ক্লোরাইডকে উত্তপ্ত করিলে 0·76 গ্রাম নিরুদক লবণ অবশিষ্ট থাকে। ঐ লবণে জলের শতকরা মাত্রা নির্ণয় কর এবং নিরুদক লবণের প্রতি অণুতে কতগুলি কেলাস জল আছে নির্ণয় কর।]

Ans. সোদক ক্যালসিয়াম ক্লোরাইডের ওজন=1·5 গ্রাম,

উত্তপ্ত করিবার পর নিরুদক লবণের ওজন=0·76 গ্রাম,

∴ কেলাস-জলের ওজন=(1·5−0·76) বা 0·74 গ্রাম।

∴ কেলাস-জলের শতকরা পরিমাণ $= \frac{0·74 \times 100}{1·5} = 49·33$.

$CaCl_2$-এর গ্রাম আণবিক ওজন=(40+2×35·5) বা 111 গ্রাম।

0·76 গ্রাম নিরুদক লবণ যুক্ত থাকে 0·74 গ্রাম কেলাস-জলের সহিত,

∴ 111 গ্রাম " " " " $\frac{0·74 \times 111}{0·76}$ বা 108 গ্রাম জলের সহিত

∴ কেলাস জলের অণুর সংখ্যা $= \frac{108}{18} = 6$.

4. The residue from 1 g. of crystallised barium chloride after it had been heated till no further loss of weight occurred, weighed 0·853 g. What is the formula of the crystallised salt? Ba=137

[1 গ্রাম কেলাসিত বেরিয়াম ক্লোরাইড উত্তপ্ত করা হইল, যতক্ষণ না ইহার ওজন নিত্য হয়। অবশিষ্ট লবণের ওজন 0·853 গ্রাম ; কেলাসিত লবণের সংকেত কি ?]

Ans. [**Hints** :—মনে কর, কেলাসিত বেরিয়াম ক্লোরাইডের সংকেত $BaCl_2$, nH_2O, যেখানে n = কেলাস-জলের অণুর সংখ্যা।

সোদক বেরিয়াম ক্লোরাইড = 1 গ্রাম ; অনার্দ্র লবণ = 0·853 গ্রাম।

∴ কেলাস জল = (1 − 0·853) = 0·147 গ্রাম

$BaCl_2$-এর আণবিক ওজন = 137 + 2 × 35·5 = 208.

0·853 গ্রাম অনার্দ্র লবণ যুক্ত থাকে 0·147 গ্রাম জলের সহিত,

∴ 208 গ্রাম " " " " $\frac{0·147 \times 208}{0·853}$ বা 35·84 গ্রাম জলের সহিত।

∴ কেলাস জলের অণুর সংখ্যা = $\frac{35·84}{18}$ = 2 (নিকটতম পূর্ণসংখ্যা)।

5. 0·1 g. of a crystalline substance gave out, on heating, 0·0512 g of water and became anhydrous. Given that the molecular weight of the crystalline substance is 246, calculate the number of molecules of water of crystallisation in the compound.

—H. S. 1962

[একটি কেলাসিত পদার্থের 0·1 গ্রাম লইয়া উত্তপ্ত করিলে 0·0512 গ্রাম জল নির্গত হয় এবং পদার্থ টি অনার্দ্র হইয়া পড়ে। কেলাসিত পদার্থ টির আণবিক ওজন 246 হইলে ঐ পদার্থে কেলাস-জলের অণুর সংখ্যা কত ?]

Ans. 0 1 গ্রাম কেলাসে জল আছে 0·0512 গ্রাম,

∴ 246 গ্রাম (অর্থাৎ গ্রাম-আণবিক ওজনে) কেলাসে জল আছে $\frac{0·0512 \times 246}{·1}$

বা, 125·952 গ্রাম।

∴ কেলাস-জলের অণুর সংখ্যা = $\frac{125·952}{18}$ = 7

(B) দ্রাব্যতা সংক্রান্ত

6. 7·6 g. of a saturated solution of cane-sugar at 20°C contain 5·1 g. of cane-sugar. Calculate the solubility of cane-sugar at 20°C.

[20° সেন্টিগ্রেড তাপমাত্রায় 7·6 গ্রাম চিনির সংপৃক্ত দ্রবণে 5·1 গ্রাম চিনি আছে। ঐ তাপমাত্রায় চিনির দ্রাব্যতা নির্ণয় কর।]

Ans. চিনির সংপৃক্ত দ্রবণের ওজন = 7·6 গ্রাম ; চিনির ওজন = 5·1 গ্রাম।

∴ জলের ওজন = (7·6 − 5·1) গ্রাম = 2·5 গ্রাম ;

2·5 গ্রাম জল সর্বাধিক দ্রবীভূত করিতে পারে 5·1 গ্রাম চিনি,

∴ 100 " " " " " $\frac{5 \cdot 1 \times 100}{2 \cdot 5}$ বা 204 গ্রাম।

অতএব, 20°C তাপমাত্রায় চিনির দ্রাব্যতা = 204.

7. How much water at 30°C will be required to prepare a saturated solution with 90 g. of a salt, its solubility at 30°C being 45 ?

[30°C তাপমাত্রায় একটি লবণের দ্রাব্যতা 45 ; ঐ তাপমাত্রায় 90 গ্রাম লবণের সংপৃক্ত দ্রবণ প্রস্তুত করিতে কি পরিমাণ জল লাগিবে ?]

Ans. 45 গ্রাম লবণের সংপৃক্ত দ্রবণ প্রস্তুত করিতে জল লাগে 100 গ্রাম,

∴ 90 গ্রাম " " " " $\frac{100 \times 90}{45}$ বা 200 গ্রাম।

8. A saturated solution of potassium nitrate in 100 g. of water at 70°C is cooled down to 30°C. What weight of the salt will separate ? The solubilities of the salt at 70°C and 30°C are 138 and 45 respectively.

[70°C সেন্টিগ্রেডে 100 গ্রাম জলে সংপৃক্ত পটাসিয়াম নাইট্রেট দ্রবণ 30°C সেন্টিগ্রেড পর্যন্ত শীতল করিলে কি পরিমাণ লবণ পৃথক হইবে ? 70°C ও 30°C তাপমাত্রায় লবণের দ্রাব্যতা যথাক্রমে 138 এবং 45.]

Ans. 70°C-এ 100 গ্রাম জলে 138 গ্রাম লবণ আছে।

30°C-এ " " " 45 " " "

∴ 70°C হইতে 30°C শীতল হইলে (138—45) বা 93 গ্রাম লবণ পৃথক হইবে।

9 30 g. of water saturated with a salt at 60°C are cooled to 25°C. What weight of the salt will be deposited ? The solubility of the salt is 425 at 60°C and 178 at 25°C.

[60°C তাপমাত্রায় একটি লবণ দ্বারা সংপৃক্ত 30 গ্রাম জল 25°C পর্যন্ত শীতল করা হইল। কি পরিমাণ লবণ পৃথক হইবে ? লবণের দ্রাব্যতা 60°C-এ 425 এবং 25°C-এ 178]

Ans. 60°C তাপমাত্রায় 100 গ্রাম জলে সর্বাধিক 425 গ্রাম লবণ থাকে।

25°C „ 100 „ „ „ 178 গ্রাম লবণ থাকে।

∴ 60°C হইতে 25°C পর্যন্ত শীতল হইলে 100 গ্রাম জল হইতে পৃথক হয় (425—178) বা 247 গ্রাম লবণ।

∴ 30 গ্রাম জল হইতে পৃথক হইবে $\frac{247 \times 30}{100}$ গ্রাম=74·1 গ্রাম।

10. 50 g. of lead nitrate are dissolved in 75 c.c. of boiling water. What weight of the solute will crystallise out when the solution is cooled to 20°C ? (Solubility of lead nitrate at 20°C is 54·4)

—H. S. 1965

Ans. 75 c.c. জলের ওজন=75 গ্রাম। 100 গ্রাম জলে 20°C তাপমাত্রায় সংপৃক্ত দ্রবণ হিসাবে লেড নাইট্রেট দ্রবীভূত থাকে 54·4 গ্রাম,

∴ 75 গ্রাম জলে ,, ,, ,, $\frac{54.4 \times 75}{100}$ বা 40·8 গ্রাম।

পূর্বে 75 গ্রাম জলে 100°C তাপমাত্রায় 50 গ্রাম লেড নাইট্রেট দ্রবীভূত ছিল।

∴ 20°C তাপমাত্রায় শীতল করিলে দ্রবণ হইতে (50 – 40·8) বা 9·2 গ্রাম কেলাস পৃথক হইবে।

EXERCISE I

1. 0·784 g. of a crystalline salt gave 0·341 g. of anhydrous salt on heating. What is the percentage of water of crystallisation in the salt ? [Ans. 56·5]

2 Sodium carbonate crystals contain 62·94 per cent of water of crystallisation. 1·43 g. of sodium carbonate crystals are heated. What is the loss in weight ? [Ans. 0·9 g]

3. Epsom salt is represented by the formula $MgSO_4, nH_2O_4$ 1·05 g. of the salt, on being heated, were reduced to the constant weight equal to 0·512 g. Find the value of *n*. [Ans 7.]

4. 0·3615 g. of the hydrated chloride of a metal on heating yielded 0·1825 g. of anhydrous salt The molecular weight of the anhydrous chloride is 110 How many molecules of water of crystallisation are present in the hydrated salt ? [Ans. 6]

5. (a) One hundred grams of water dissolve separately the following weights of the salt at the temperature noted. Draw the solubility curves of the salts.' [(a) নির্দেশিত তাপমাত্রায় 100 গ্রাম জল পৃথকভাবে লবণগুলির নিম্নলিখিত ওজন দ্রবীভূত করিতে পারে। লবণগুলির দ্রাব্যতা-লেখ অঙ্কন কর।]

Temp. in centigrade	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°
Potassium chloride	28	31	34	37	40	42·6	45·5	48·3
Ammonium chloride	28·4	32·8	37·3	41·4	46·2	50·6	55	59·2

(b) From the curves determine the solubility of each salt at 25°C and 54°C. [(b) দ্রাব্যতা-লেখ দেখিয়া 25°C ও 54°C তাপমাত্রায় লবণগুলির দ্রাব্যতা নির্ণয় কর।]

6. Plot the solubility curves of the salts from the following :

Temp. in C	0°	10°	20°	40°	60°	80°	100°
Solubility of—							
Copper sulphate	14·3	17·4	20·7	28·5	40	55	75
Glauber's salt	5·0	9·0	19·4	49·0	45	44	42

7. Plot the solubility curve of magnesium sulphate from the following data :—

Temperature	Weight of solution in gram	Weight of solute in gram
10°C	30	7·08

Temperature	Weight of solution in gram	Weight of solute in gram
20°C	25	6·54
30°C	28	7·92
40 C	10	3·13
50°C	50	16·75

[**Hints.** · 6 নং উদাহরণের ন্যায় উল্লিখিত তাপমাত্রায় ম্যাগনেসিয়াম সালফেটের দ্রাব্যতা নির্ণয় করিয়া 25 (b) নং প্রশ্নোত্তর অনুযায়ী দ্রাব্যতা-লেখ অংকন কর।]

8. How much potassium chloride and potassium iodide will separately saturate 240 g. of water at 15°C ? Solubility of potassium chloride at 15°C is 32·4 and that of potassium iodide at 15°C is 140. [Ans. 77·76 g. ; 336 g.]

9. In determining the solubility of potassium chlorate at 50°C the following results were obtained. Calculate it.

Weight of the empty evaporating basin =12·38 g.
Weight of the basin and the solution = 32·46 g.
Weight of the basin and the salt after evaporation to dryness
=16·28 g.
=16·24 g.
=16·24 g.
[Ans 23·79]

[**Hints.**—বেসিন ও শুষ্ক লবণের ওজন 16·24 গ্রাম লইবে, কারণ ইহাই নিত্য (constant) ওজন। Q. 24 (i) প্রশ্নোত্তরের গণনা অনুযায়ী গণনা কর।]

10. 20 g. water will dissolve 1·752 g. of a salt at 25°C What is the solubility of the salt at that tempeprature ? [Ans. 8·76]

11. 10·5 g. of a solid are present in 25·5 g. of its saturated solution at 35°C. What is the solubility of the substance at 35°C ? [Ans. 70]

12. How much water at 40°C will be required to prepare a saturated solution with 264·6 g. of glauber's salt, its solubility at 40°C being 49 ? [Ans. 540 g.]

13. A solution of copper sulphate containing 50 g. water, which is just saturated at 60°C is cooled to 20°C. How much copper sulphate is deposited ? The solubilities of the salt are 50 at 60°C and 20·8 at 20°C. [Ans. 14·6 g.]

14. The solubility of a substance at 15°C is 34·2. A saturated solution of this substance containing 265 g. of water at 15°C is evaporated to dryness. How much substance will be deposited ?

[Ans. 90·63 g.]

15. 20 g. of a saturated solution of a salt at 30°C contained 4·4 of the salt. 30 g. of a saturated solution of the same salt at 80°C contained 7·8 g. of the salt. What is the different in the solubility of the salt at the two temperatures ? [Ans. 6·9]

16. A boiling solution containing 32 g. of a substance in 72 g. of the solution began to deposit crystals at 60°C What is its solubility at that temperature ? If the solubility of this salt at 25°C be 63·5, what weight of it would be deposited on cooling the above solution saturated at 60°C to 25°C ? [Ans. 80 ; 6·6 g.]

17. The solubility of potassium chloride is 48·3 at 70°C, and 37 at 30°C. What weight of crystals would be deposited on cooling 40 g. of a saturated solution of potassium chloride from 70°C to 30°C ? [Ans 4·52 g.]

18. In finding out the concentration of a solution of a salt the following results were obtained. From these results, calculate the concentration in terms of percentage.

Weight of the empty crucible	=12·128 g.
Weight of the crucible and the solution	=13·736 g.
Constant weight of the crucible and the dry salt.	=12·498 g.

[Ans. 23·10%]

Q. 27. (a) A solid substance is shaken up with water in a test tube and it does not disappear. How would you say whether it is partly soluble or completely insoluble in water ? [টেস্ট-টিউবে খানিকটা কঠিন পদার্থ জলের সহিত মিশাইয়া নাড়িয়া দেওয়া হইল কিন্তু

উহা অদৃশ্য হইয়া গেল না। পদার্থটি জলে আংশিক দ্রবণীয় বা সম্পূর্ণ অদ্রবণীয় কিরূপে বুঝিবে ?

(b) If you were given a supply of crystals of a salt and a solution of that salt, how would you determine whether the solution was saturated, unsaturated or supersaturated ? [তোমাকে কোন লবণের কয়েকটি স্ফটিক এবং ঐ লবণের একটি দ্রবণ দেওয়া হইয়াছে। ঐ দ্রবণটি সংপৃক্ত, অসংপৃক্ত না অতিপৃক্ত তাহা কিরূপে ঠিক করিবে ?]

(c) A beaker is found to contain a solid in contact with a liquid. How would you say whether the beaker contains a saturated solution of the solid in the given liquid or whether the solid is insoluble in the liquid ? [একটি বীকারে তরল পদার্থের সংস্পর্শে কোন কঠিন পদার্থ আছে। বীকারে সংপৃক্ত দ্রবণ আছে, না কঠিন পদার্থটি তরলে অদ্রবীভূত তাহা কিরূপে বুঝিবে ?]

(d) A sample of muddy water is provided. How would you find if the water contained any dissolved salt in it and how would you obtain a sample of pure water from it ? [খানিকটা কর্দমাক্ত জল দেওয়া আছে। ঐ জলে কোন লবণ দ্রবীভূত আছে কিনা তাহা কিরূপে জানিবে ? ঐ জল হইতে বিশুদ্ধ জল কিরূপে পাইবে ?]

(e) A distilling flask or a Liebig's condenser not being available, how would you set up an apparatus for the distillation of a liquid ? [পাতন-ফ্লাস্ক ও লি-বিগ কনডেনসার হাতের কাছে না থাকিলে তরল পদার্থের পাতনের জন্য কিরূপে যন্ত্র সাজাইবে ?]

(f) A saturated solution of sodium chloride in water at 30°C has a fixed composition and is homogeneous. Is this solution a mixture or a compound ? [30°C তাপমাত্রায় সোডিয়াম ক্লোরাইডের সংপৃক্ত জলীয় দ্রবণের সংযুতি নির্দিষ্ট এবং দ্রবণটি সমসত্ত্ব। এই দ্রবণটি মিশ্রণ না যৌগ ?]

(g) You are given some powdered crystals of alum. Show how you would grow a large crystal of alum. Has the rate of

cooling any effect on the size of crystals deposited? [কিছু পরিমাণ চূর্ণ ফটকিরি দেওয়া আছে। ফটকিরির একটি বড় কেলাস কিরূপে প্রস্তুত করিবে? ধীরে ধীরে বা তাড়াতাড়ি শীতল করিবার উপর কি কেলাসের আকার নির্ভর করে?]

Ans. (a) টেস্ট-টিউবে কঠিন পদার্থ জলের সহিত মিশাইয়া ভালরূপে নাড়িয়া দেওয়া হইল। মিশ্রণটি ফিল্টার করিয়া স্বচ্ছ পরিস্রুতের কয়েক ফোঁটা একটি পরিষ্কার টেস্ট-টিউবে লইয়া ধীরে ধীরে তাপ দিয়া বাষ্পীভূত করা হইল। যদি টেস্ট-টিউবে কিছু কঠিন পদার্থ অবশিষ্ট থাকে, তবে বুঝা যাইবে যে উহা জলে আংশিক দ্রবণীয়, যদি কিছু অবশিষ্ট না থাকে, তবে কঠিন পদার্থ টি জলে অদ্রবণীয়।

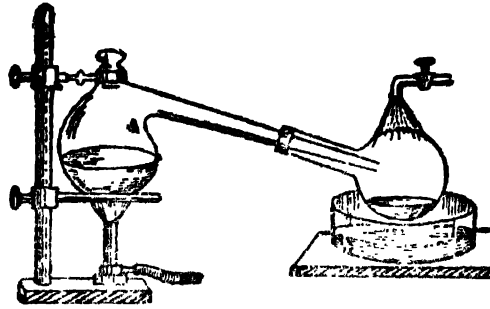
(b) 12 (b) নং প্রশ্নোত্তর দেখ।

(c) বীকারে তরল পদার্থের সংস্পর্শে কঠিন পদার্থ টি রহিয়াছে। বীকারে সংপৃক্ত দ্রবণ থাকিতে পারে অথবা কঠিন পদার্থ টি তরল পদার্থে অদ্রবণীয় হইতে পারে, ইহা বুঝিবার জন্য বীকারের মিশ্রণটি ফিল্টার করা হইল। স্বচ্ছ পরিস্রুতের কয়েক ফোঁটা টেস্ট-টিউবে লইয়া বাষ্পীভূত করা হইল। যদি কিছু অবশিষ্ট না থাকে, তবে কঠিন পদার্থ টি তরল পদার্থে অদ্রবণীয়। যদি কোন কঠিন পদার্থ অবশিষ্ট থাকে, তবে বুঝা যায় যে, বীকারে কঠিন পদার্থ টির দ্রবণ আছে। যেহেতু কঠিন পদার্থ টি দ্রবণের সংস্পর্শে অপরিবর্তিত অবস্থায় আছে, অতএব ঐ দ্রবণটি সংপৃক্ত দ্রবণ।

(d) প্রদত্ত কর্দমাক্ত জলের সামান্য অংশ একটি বীকারে লইয়া স্থিরভাবে রাখা হইল। বীকারের উপরিস্থিত জল সাবধানে ফিল্টার কাগজ দ্বারা ফিল্টার করা হইল। স্বচ্ছ পরিস্রুতের কয়েক ফোঁটা বাষ্পীভূত করিলে যদি কোন কঠিন পদার্থ অবশিষ্ট থাকে, তাহা হইলে ঐ জলে কোন লবণ দ্রবীভূত আছে।

কর্দমাক্ত জল হইতে পাতন-ক্রিয়াদ্বারা বিশুদ্ধ জল পাওয়া যায়। (16 নং প্রশ্নোত্তর বা নীচের 'e' অংশ দেখ)।

(e) পাতন ফ্লাস্ক ও লি-বিগ্ শীতক হাতের কাছে না থাকিলে পাতনের জন্য বকযন্ত্র (retort) ব্যবহার করা যাইতে পারে। এই যন্ত্রের গলাটি গ্রাহকের মধ্যে প্রবেশ করানো থাকে এবং গ্রাহক একটি শীতল জলের পাত্রে আংশিক ডুবানো

থাকে। গ্রাহকের উপর কল হইতে জল ঢালা হয় অথবা একখানি ভিজা ন্যাক্ড়া দিয়া গ্রাহকের উপরিভাগ ঢাকিয়া দেওয়া হয়। বকযন্ত্রের মধ্যে তরল পদার্থ লইয়া

7নং চিত্র—বকযন্ত্রের সাহায্যে পাতন

বুনসেন বার্নারের সাহায্যে উত্তপ্ত করা হয়। উষ্ণ বাষ্প গ্রাহকে আসিয়া শীতল হইয়া ঘনীভূত হয়।

(f) দ্রবণ দুই বা ততোধিক পদার্থের সমসত্ত্ব মিশ্রণ। নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় সংপৃক্ত দ্রবণের দ্রাব ও দ্রাবকের পরিমাণ নির্দিষ্ট। এইজন্য প্রদত্ত দ্রবণটি সমসত্ত্ব এবং উহার সংযুতি নির্দিষ্ট। এই দুইটি বৈশিষ্ট্য থাকা সত্ত্বেও লবণের সংপৃক্ত জলীয় দ্রবণটি জল ও সাধারণ লবণের একটি সাধারণ মিশ্রণ—উহা যৌগ নহে। দ্রবণে জল ও সাধারণ লবণের স্ব স্ব ধর্ম সম্পূর্ণ অপরিবর্তিত থাকে। বাষ্পীভবন প্রণালীতে জল বাষ্পীভূত করিয়া কঠিন সাধারণ লবণ সংগ্রহ করা যায়। পাতন প্রণালীতে ও কেলাসন প্রণালীর দ্বারা সাধারণ লবণ ও জল মিশ্রণ হইতে পৃথক করা যায়।

(g) ফটকিরির চূর্ণ কেলাসগুলি একটি বীকারে লইয়া উপযুক্ত পরিমাণে জলে দ্রবীভূত করা হইল। ফিল্টার করিয়া স্বচ্ছ ফটকিরির দ্রবণ আরেকটি বীকারে সংগ্রহ করা হইল। বুনসেন বার্নারের সাহায্যে দ্রবণটি ধীরে ধীরে উত্তপ্ত করা হয় এবং কাচ-দণ্ডদ্বারা উহা নাড়িয়া দেওয়া হয়। জল বাষ্পীভূত হইয়া দ্রবণটি ক্রমশঃ ঘন হইতে থাকে। বীকারের গায়ে কঠিনের দানা জমা হইলে উত্তাপ দেওয়া বন্ধ করা হয়। এই সংপৃক্ত দ্রবণের মধ্যে একটি ফটকিরির স্ফটিক সুতা দিয়া বাঁধিয়া ধারকের সাহায্যে ঝুলাইয়া রাখা হয়। দ্রবণ ঠাণ্ডা হইলে দ্রবণের ফটকিরি ঝুলন্ত স্ফটিকের গায়ে জমা হইতে থাকে। ফলে ফটকিরির একটি বড় স্ফটিক উৎপন্ন হয়।

সংপৃক্ত দ্রবণ কিরূপে শীতল করা হয়—ধীরে ধীরে, না তাড়াতাড়ি—তাহার উপর কেলাসের আকার নির্ভর করে। যত ধীরে ধীরে দ্রবণ শীতল করা হয় কেলাসের আকার তত বড় হয়। তাড়াতাড়ি শীতল করিলে কেলাসগুলি ছোট ছোট হয়।

Q. 28. Mention, with illustrations, different methods of separation of a solution into solute and solvent. (i. e. of the separation of the components of a solution.)

[কোন দ্রবণকে উহার দ্রাব ও দ্রাবককে পৃথক করিবার (অর্থাৎ দ্রবণের উপাদান পৃথক করিবার) বিভিন্ন উপায়গুলি উদাহরণ সহ উল্লেখ কর।]

Ans. দ্রবণের দ্রাব ও দ্রাবককে পৃথক করিবার প্রণালী নিম্নরূপ—

(1) **বাষ্পায়ন**—ইহা দ্বারা কেবলমাত্র অনুদ্বায়ী দ্রাব সংগ্রহ করা যায় কিন্তু দ্রাবক আর ফিরিয়া পাওয়া যায় না। 14(b) নং প্রশ্নোত্তর দেখ।

(2) **পাতন**—এই প্রণালীর সাহায্যে দ্রবণ হইতে দ্রাব ও দ্রাবক উভয়ই সংগ্রহ করা যায়। 16 নং প্রশ্নোত্তরের পরীক্ষা-অংশ দেখ। তরল পদার্থের মিশ্র-দ্রবণ হইতে আংশিক পাতনদ্বারা উপাদান দুইটি পৃথক করা যায়। 17(a) নং প্রশ্নোত্তর দেখ।

(3) **কেলাসন ও আংশিক কেলাসন**—18 নং প্রশ্নোত্তর দেখ।

Q. 29. (a) What is a colloidal solution? —H. S. 1960, '63 '66, '66 (Comp.); '67, '69, '72]

How does it differ from a true solution? (b) Give some common examples of colloids.

[(a) কলয়েড দ্রবণ কাহাকে বলে? প্রকৃত দ্রবণের সহিত উহার পার্থক্য কি?
(b) কলয়েডের কয়েকটি সাধারণ উদাহরণ দাও।]

Ans (a) **কলয়েড দ্রবণ** (Colloidal solution)—দ্রাবক ও দ্রাবের প্রকৃত দ্রবণে দ্রাব অতি ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র কণায় বিভক্ত হইয়া দ্রাবকের সহিত ওতপ্রোত মিশ্রিত থাকিয়া সমসত্ত্ব মিশ্রণ উৎপন্ন করে। দ্রাবের বিভক্ত কণাগুলির ব্যাস যখন 10^{-8} cm. বা উহার অনুরূপ মাত্রার হয় তখনই দ্রবণ উৎপন্ন হয়। কিন্তু এই বিভক্ত কণাগুলির ব্যাস 10^{-4} cm.-এর অধিক হইলে উহারা অদ্রাব্য অধঃক্ষেপরূপে পতিত হয়। অপরপক্ষে, পদার্থের বিভক্ত কণাগুলির ব্যাস যদি 10^{-8} cm. অপেক্ষা বৃহত্তর কিন্তু 10^{-4} cm. অপেক্ষা ক্ষুদ্রতর আকারের হয়, তবে প্রকৃত দ্রবণ উৎপন্ন

করে না বা অধঃক্ষেপরূপে পতিত হয় না। উহারা দ্রাবকের মধ্যে ইতস্ততঃ সঞ্চরণ করে ও প্রলম্বিত অবস্থায় থাকে এবং একটি অসমসত্ত্ব মিশ্রণ উৎপন্ন করে। এইরূপ মিশ্রণকে **কলয়েড দ্রবণ** বলা হয়। পদার্থের এই অবস্থাকে **কলয়েড-অবস্থা** (colloidal state) বলে।

সংজ্ঞা—দুইটি উপাদানের অসমসত্ত্ব মিশ্রণ, যাহার একটি উপাদান খুব সূক্ষ্ম কণার আকারে (সূক্ষ্ম কণাগুলির ব্যাসের মাত্রা 10^{-5} হইতে 10^{-7} সেন্টিমিটারের মধ্যে) অপর উপাদানের মধ্যে স্থায়িভাবে প্রলম্বিত থাকে তাহাকে **কলয়েড দ্রবণ** বলে। যে উপাদানের সূক্ষ্ম কণা কলয়ডীয় মাত্রায় থাকে তাহাকে বিস্তৃত অবস্থা এবং যাহার মধ্যে কণাগুলি প্রলম্বিত থাকে তাহাকে বিস্তৃতি মাধ্যম বলে।

দ্রাবকের প্রকৃতি অনুযায়ী একই পদার্থের মধ্যে স্ফটিক-ধর্ম বা কলয়েড-ধর্ম দেখা যায়। যথা - সোডিয়াম ক্লোরাইড জলে মিশাইলে প্রকৃত দ্রবণ এবং অ্যালকোহলে মিশাইলে কলয়েড দ্রবণ উৎপন্ন করে।

প্রকৃত দ্রবণ ও কলয়েড দ্রবণের পার্থক্য—

প্রকৃত দ্রবণ	কলয়েড দ্রবণ
(i) প্রকৃত দ্রবণে পদার্থের বিভক্ত কণিকাগুলি অত্যন্ত ক্ষুদ্র। উহাদের ব্যাসের পরিমাণ 10^{-8}cm. বা উহার অনুরূপ মাত্রার।	(i) পদার্থের বিভক্ত কণিকাগুলি অপেক্ষাকৃত বড়, ব্যাসের পরিমাণ 10^{-5} হইতে 10^{-7} cm -এর মধ্যে।
(ii) প্রকৃত দ্রবণ ফিল্‌টার কাগজ ও চর্ম-ঝিল্লীর মধ্য দিয়া পরিস্রুত ও ব্যাপিত হয়।	(ii) কলয়েড দ্রবণ ফিল্‌টার কাগজের মধ্য দিয়া অতিক্রম করে কিন্তু চর্ম-ঝিল্লীর মধ্য দিয়া অতিক্রম করে না।
(ii) প্রকৃত দ্রবণ সমসত্ত্ব। খালি চোখে বা শক্তিশালী অণুবীক্ষণে কণিকাগুলি দেখা যায় না।	(iii) কলয়েড দ্রবণ অসমসত্ত্ব। কণিকাগুলি খালি চোখে দেখা যায় না কিন্তু শক্তিশালী অণুবীক্ষণে দেখা যায়।
(iv) প্রকৃত দ্রবণের মধ্য দিয়া আলোক চলাচল করিলে দ্রবণটি স্বচ্ছ বলিয়া মনে হয়।	(iv) কলয়েড দ্রবণের মধ্য দিয়া আলোক-রশ্মি চালনা করিলে ভাসমান কলয়েড কণাগুলি আলোককে বিভিন্ন দিকে বিচ্ছুরিত করে।

কলয়েডের উদাহরণ—সাধারণত যে কোন কলয়েড দ্রবণকে **সল্** (sol) বলে। সল্ জেলীর মত থক্‌থকে হইলে তাহাকে **জেল্** (jel) বলে। সামান্য পরিমাণ বার্লি বেশী পরিমাণ জলে ফুটাইলে কলয়েড দ্রবণ বা সল্ পাওয়া যায়। কিন্তু অল্প পরিমাণ জলে বার্লি ফুটাইলে ইহা খুব ঘন হয়; ইহা জেল। ভাতের ফেন গরম অবস্থায় খুব পাতলা থাকে, ইহা স্টার্চের সল্ অবস্থা ; ঠাণ্ডা হইলে উহা থক্‌থকে হয়। ইহা স্টার্চের জেল অবস্থা। কলয়েড দ্রবণের দুইটি উপাদানই তরল হইলে তাহাকে **অবদ্রব** বা **ইমালসন** (emulsion) বলে। দুধ একটি ইমালসন—ইহাতে জলের মধ্যে স্নেহজাতীয় পদার্থ খুব সূক্ষ্মাবস্থায় প্রলম্বিত থাকে।

নদীর ঘোলা জল—জলে প্রলম্বিত সূক্ষ্ম কঠিন কাদার কণা। কুয়াসা—বাতাসে প্রলম্বিত জলকণা। ধোঁয়া—বাতাসে ভাসমান ধূলিকণা। প্রাণিদেহের প্রোটোপ্লাজম একটি কলয়েড, রক্ত একটি কলয়েড।

Q. 30. What is Dialysis ? Describe briefly the process.

[ঝিল্লী-বিশ্লেষণ কাহাকে বলে ? ইহার সংক্ষিপ্ত বিবরণ দাও।]

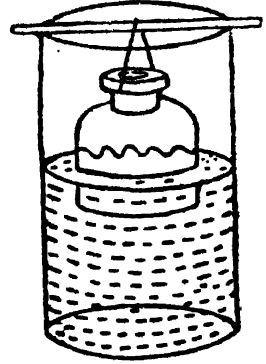
Or,

Describe briefly how you would separate a colloid from a crystalloid

[স্ফটিক পদার্থ হইতে কলয়েড পদার্থ কিরূপে পৃথক করিবে তাহা সংক্ষেপে বর্ণনা কর।]

Ans. **ঝিল্লী-বিশ্লেষণ** (Dialysis)—পার্চমেণ্ট কাগজ, প্রাণিদেহের ব্লাডার অর্ধপ্রবেশ্য-ঝিল্লী (semipermeable membrane) বা কলডিয়ন-পাত প্রভৃতির সাহায্যে কলয়েডকে স্ফটিক পদার্থ হইতে পৃথক করিবার প্রণালীকে **ঝিল্লী-বিশ্লেষণ** বলে। ঝিল্লীর ছিদ্রের মধ্য দিয়া স্ফটিকের অণু ও আয়নগুলি অতিক্রম করে কিন্তু কলয়েড কণাগুলি অতিক্রম করিতে পারে না।

পরীক্ষা একটি বেলজারের খোলা মুখ পার্চমেণ্ট কাগজ দ্বারা ভালরূপে টান করিয়া বাঁধা হইল, যেন উহা জল-নিরোধক (water-tight) হয়। এই যন্ত্রকে ঝিল্লী-বিশ্লেষক (dialyser) বলে। বেল-জারের মধ্যে পটাসিয়াম ক্লোরাইড-দ্রবণ (স্ফটিক দ্রবণ) ও স্টার্চ দ্রবণ (কলয়েড)-এর একটি মিশ্রণ রাখা হইল। দ্রবণ সহ

বেল-জারটি আরেকটি পাতিত জল-পূর্ণ পাত্রের মধ্যে আংশিক ডুবাইয়া রাখা হইল। কয়েক ঘণ্টা পরে বাহিরের পাত্রের জলের কিছুটা অংশ লইয়া সিলভার নাইট্রেট দ্রবণ মিশাইলে সাদা সিলভার ক্লোরাইডের অধঃক্ষেপ আসে—এই অধঃক্ষেপ নাইট্রিক অ্যাসিডে অদ্রবণীয় কিন্তু অ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইডে দ্রবণীয়। পার্চমেণ্ট কাগজের মধ্য দিয়া স্ফটিক পটাসিয়াম ক্লোরাইড-দ্রবণ বাহিরের পাত্রের জলে চলিয়া আসে বলিয়া উহাতে ক্লোরাইডের অস্তিত্ব পাওয়া যায়। বাহিরের পাত্রের জলের আরেকাংশে আয়োডিন দ্রবণ মিশাইলে কোন নীল বর্ণ উৎপন্ন হয় না। ইহাতে প্রমাণিত হয়, স্টার্চ পার্চমেণ্ট কাগজ ভেদ করিয়া বাহিরের পাত্রে আসে নাই।

৪নং চিত্র—ঝিল্লী-বিশ্লেষণ

যথাযথ সময় ধরিয়া এই পরীক্ষাটি করিলে সমস্ত পটাসিয়াম ক্লোরাইড বাহিরের পাত্রে চলিয়া আসে এবং অবশিষ্ট স্টার্চ বেল-জারে থাকিয়া যায়। এইরূপে কলয়েড ও প্রকৃত দ্রবণের পৃথকীকরণ সম্ভব।

Q 3. Describe how you would separate the components of each of the following mixtures, noting the properties of the components which help you in separating them.

[নিম্নলিখিত প্রতিটি মিশ্রণের উপাদানগুলি কিরূপে পৃথক করিবে তাহা বর্ণনা কর। উপাদানগুলির যে সমস্ত ধর্মের সাহায্যে এই পৃথকীকরণ সম্ভব তাহা উল্লেখ কর।]

(a) A mixture of iron filings and glass powder.

[লৌহচুর্ণ ও কাচ-চুর্ণের মিশ্রণ।]

(b) A mixture of common salt and sand.

[সাধারণ লবণ ও বালির মিশ্রণ।]

(c) A mixture of iron filings and sulphur.

[লৌহচুর্ণ ও গন্ধকের মিশ্রণ।]

(d) A mixture of common salt and ammonium chloride.

[সাধারণ লবণ ও অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইডের মিশ্রণ।]

(e) A mixture of sodium chloride and potassium chlorate.

[সোডিয়াম ক্লোরাইড ও পটাসিয়াম ক্লোরেটের মিশ্রণ।]

(f) A mixture of two liquids having boiling points 78·5°C and 100°C respectively.

[যথাক্রমে 78·5°C এবং 100°C স্ফুটনাঙ্ক-বিশিষ্ট দুইটি তরলের মিশ্রণ।

—H. S. (Comp.) 1962

(g) A mixture of solutions of sodium chloride and starch.

[সোডিয়াম ক্লোরাইড ও স্টার্চ দ্রবণের মিশ্রণ।]

Ans. (a) **লৌহ-চূর্ণ ও কাচ-চূর্ণের মিশ্রণ**—লৌহচূর্ণ চুম্বকদ্বারা আকৃষ্ট হয়, কিন্তু কাচ-চূর্ণ আকৃষ্ট হয় না। সুতরাং চুম্বকের সাহায্যে উপাদান দুইটি পৃথক করা যায়।

লৌহ-চূর্ণ ও কাচ-চূর্ণের মিশ্রণটি একটি পরিষ্কার কাগজের উপর ছড়াইয়া রাখা হইল। মিশ্রণের উপর একখানি চুম্বক ধরিলে লৌহ-চূর্ণ চুম্বকের আকর্ষণে উহার গায়ে লাগিয়া যায়, কাচ-চূর্ণ কাগজের উপর পড়িয়া থাকে। চুম্বকটি সমস্ত-মিশ্রণের উপর বার বার ধরিয়া সকল লৌহ-চূর্ণ আকৃষ্ট করিয়া লওয়া হইল। যখন মিশ্রণের কোন কিছু আর চুম্বক দ্বারা আকৃষ্ট হয় না, তখন বুঝা যায় যে সকল লৌহ-চূর্ণ পৃথক হইয়াছে। পরে চুম্বকের গা হইতে লৌহ-চূর্ণগুলি সরাইয়া আরেক খণ্ড কাগজের উপর রাখা হইল।

(b) **সাধারণ লবণ ও বালির মিশ্রণ**—সাধারণ লবণ জলে দ্রবণীয়; বালি জলে অদ্রবণীয়। সাধারণ লবণ জলে দ্রবীভূত করিয়া পরিস্রাবণ প্রণালীর সাহায্যে অদ্রবণীয় বালি হইতে পৃথক করা হয়। পরিস্রুত বাষ্পীভূত করিলে কঠিন সাধারণ লবণ ফিরিয়া পাওয়া যায়।

একটি বীকারে লবণ ও বালির মিশ্রণ লওয়া হইল। উহাতে উপযুক্ত পরিমাণ জল মিশাইয়া উত্তপ্ত করা হইল এবং ভালরূপে নাড়িয়া দেওয়া হইল, যেন সমস্ত সাধারণ লবণ জলে দ্রবীভূত হয়। মিশ্রণটি ফিল্টার করিয়া পরিস্রুত একটি বীকারে

সংগ্রহ করা হইল এবং ফিল্টার কাগজের উপর অবশেষ বালি বার কয়েক গরম জল দ্বারা ধৌত করিয়া উহা হইতে লবণ সম্পূর্ণ পৃথক করা হইল। ধৌত করিবার সময় পরিস্রুতের কয়েক ফোঁটা বাষ্পীভূত করিলে যদি কোন অবশেষ না থাকে, তবে বুঝা যাইবে যে বালির সহিত লবণের দ্রবণ আর মিশ্রিত নাই। পরিস্রুত ধীরে ধীরে উত্তপ্ত করিয়া সমস্ত জল বাষ্পীভূত করিয়া কঠিন সাধারণ লবণ সংগ্রহ করা হয়। বালি সামান্য গরম করিয়া শুষ্ক করা হয়।

(c) **লৌহচূর্ণ ও গন্ধকের মিশ্রণ**—এই মিশ্রণের উপাদান দুইটি দুই উপায়ে পৃথক করা যায়। লৌহ চুম্বকদ্বারা আকৃষ্ট হয়, কিন্তু গন্ধক হয় না। সুতরাং, চুম্বকদ্বারা লৌহ পৃথক করা যায়। গন্ধক কার্বন ডাই-সালফাইডে দ্রবণীয়, কিন্তু লৌহ অদ্রবণীয়। সুতরাং কার্বন ডাই-সালফাইডে গন্ধক দ্রবীভূত করিয়া পরিস্রাবণ প্রণালীর সাহায্যে ঐ দ্রবণ লৌহ হইতে পৃথক করা হয় এবং সাধারণ তাপমাত্রায় বাষ্পায়িত করিয়া পরিস্রুত হইতে গন্ধক সংগ্রহ করা হয়।

(i) **চুম্বকের সাহায্যে**—এই প্রশ্নের (a) অংশের ন্যায়।

(ii) **কার্বন ডাই-সালফাইডের সাহায্যে**—একটি বীকারে মিশ্র পদার্থটি লইয়া উপযুক্ত পরিমাণ কার্বন ডাই-সালফাইড মিশাইয়া কাচ-দণ্ডদ্বারা ভালরূপে নাড়িয়া দেওয়া হইল, যেন সমস্ত গন্ধক কার্বন ডাই-সালফাইডে দ্রবীভূত হয়। অদ্রবণীয় লৌহ-চূর্ণ পড়িয়া থাকে। মিশ্রণটি ফিল্টার করিয়া পরিস্রুত একটি বেসিনে সংগ্রহ করা হয়। ফিল্টার কাগজের উপর অবশেষ লৌহ-চূর্ণ কয়েকবার কার্বন ডাই-সালফাইড দ্বারা ধৌত করা হইল, যতক্ষণ না লৌহ-চূর্ণগুলি গন্ধক-দ্রবণমুক্ত হয়। ধৌত করিবার সময় পরিস্রুতের কয়েক ফোঁটা লইয়া সাধারণ তাপমাত্রায় বাষ্পায়িত করিয়া কোন হলুদ বর্ণের অবশেষ না থাকিলে বুঝা যাইবে যে লৌহ-চূর্ণ হইতে গন্ধক সম্পূর্ণ পৃথক করা হইয়াছে। পরিস্রুত সহ বেসিনটি কিছুক্ষণ বায়ুতে রাখিলে কার্বন ডাই-সালফাইড সম্পূর্ণ বাষ্পায়িত হইয়া যায় এবং গন্ধক অবশিষ্ট থাকে। ফিল্টার কাগজের উপর লৌহ-চূর্ণ কিছুক্ষণ বাতাসে খোলা অবস্থায় রাখিয়া শুষ্ক করা হয়।

(d) **সাধারণ লবণ ও অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইডের মিশ্রণ**—অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড উদ্বায়ী এবং সাধারণ লবণ অনুদ্বায়ী কঠিন পদার্থ। সুতরাং ঊর্ধ্বপাতন প্রণালীর সাহায্যে উহাদের পৃথক করা যায়।

একটি বেসিনে মিশ্রণটি লইয়া ত্রিপদ-স্ট্যাণ্ডে তার-জালির উপর বসান হইল। একটি ফানেল বেসিনটির উপর উপুড় করিয়া মিশ্রণটি সম্পূর্ণ ঢাকিয়া দেওয়া হইল। ফানেলের নলের মুখ এক টুকরা ব্লটিং কাগজ দিয়া বন্ধ করিয়া দেওয়া হইল। একখানি ভিজা ব্লটিং কাগজ দিয়া ফানেলের বাহির দিকে মুড়িয়া দেওয়া হইল। বুনসেন শিখায় মিশ্রণটি ধীরে ধীরে উত্তপ্ত করা হইল। উত্তাপে অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড বাষ্পীভূত হয় এবং ফানেলের শীতল সংস্পর্শে আসিয়া বাষ্প আবার কঠিন অবস্থায় পরিণত হইয়া ফানেলের মধ্যে জমা হয়। অনুদ্বায়ী সাধারণ লবণ বেসিনে পড়িয়া থাকে। সমস্ত অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড পৃথক না হওয়া পর্যন্ত এইরূপে বেসিনটি উত্তপ্ত করা হয়। ফানেলটি ঠাণ্ডা হইলে উহার মধ্য হইতে অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড বাহির করিয়া আনা হয়।

(e) **সোডিয়াম ক্লোরাইড ও পটাসিয়াম ক্লোরেটের মিশ্রণ**—সোডিয়াম ক্লোরাইড পটাসিয়াম ক্লোরেট অপেক্ষা জলে বেশী দ্রবণীয়। সুতরাং আংশিক কেলাসন প্রণালীর সাহায্যে উহাদের পৃথক করা যায়।

একটি বীকারে মিশ্র পদার্থ টি লইয়া যথাসম্ভব কম জল মিশাইয়া উত্তপ্ত করা হয়, যেন উপাদান দুইটি সম্পূর্ণ দ্রবীভূত হইয়া যায়। দ্রবণটি কিছুক্ষণ ফুটাইবার পর শীতল করা হয়। অপেক্ষাকৃত কম দ্রবণীয় পটাসিয়াম ক্লোরেট দ্রবণ হইতে কেলাসের আকারে পৃথক হইয়া আসে। ফিল্‌টার করিয়া পরিস্রুত একটি বীকারে সংগ্রহ করা হয়। ফিল্‌টার কাগজের উপর পটাসিয়াম ক্লোরেটের কেলাস অল্প পরিমাণ জল-দ্বারা ধৌত করিয়া সোডিয়াম ক্লোরাইড মুক্ত করা হয়। পুনঃ-কেলাসন প্রণালীতে পটাসিয়াম ক্লোরেট বিশুদ্ধ করিয়া শুষ্ক করা হয়। বীকারের পরিস্রুতকে বাষ্পীভবন দ্বারা যথাযথ গাঢ় করিয়া শীতল করিলে সোডিয়াম ক্লোরাইডের কেলাস দ্রবণ হইতে পৃথক হইয়া আসে। ফিল্‌টার করিয়া সোডিয়াম ক্লোরাইড পুনঃ-কেলাসন প্রণালীতে বিশুদ্ধ করিয়া শুষ্ক করা হয়।

(f) Hints. আংশিক পাতন-প্রণালীর সাহায্যে পৃথক করা যায়। 17(a) নং প্রশ্নোত্তর দেখ।

(g) কলয়েড দ্রবণ ও প্রকৃত দ্রবণের মিশ্রণ। ঝিল্লী-বিশ্লেষণের সাহায্যে (30নং প্রশ্নোত্তর) পৃথক করা যায়।

Q. 32. How would you separate the following mixtures into their components ?

[নিম্নলিখিত মিশ্রণের উপাদানগুলি কিরূপে পৃথক করিবে ?]

(a) A mixture of nitre, sulphur and charcoal. (i. e. gunpowder)
[নাইটার, গন্ধক ও কাঠকয়লা চূর্ণের মিশ্রণ (অর্থাৎ বারুদ)]

(b) A mixture of iodine, common salt, iron filings and sand.
[আয়োডিন, সাধারণ লবণ, লৌহ-চূর্ণ ও বালির মিশ্রণ ।

(c) A mixture of iron filings, sulphur, common salt and sand.
[লৌহ-চূর্ণ, গন্ধক, সাধারণ লবণ ও বালির মিশ্রণ ।] (H. S. 1971)

Ans (a) . নাইটার, গন্ধক ও কাঠকয়লা-চূর্ণের মিশ্রণ (অর্থাৎ বারুদ) —নাইটার জলে দ্রবণীয়, কিন্তু কার্বন ডাই-সালফাইডে অদ্রবণীয় ; গন্ধক কার্বন ডাই-সালফাইডে দ্রবণীয়, কিন্তু জলে অদ্রবণীয় ; কাঠকয়লা-চূর্ণ জল ও কার্বন ডাই-সালফাইডে অদ্রবণীয় ।

একটি বীকারে মিশ্র পদার্থটি লইয়া উপযুক্ত পরিমাণ কার্বন ডাই-সালফাইড মিশাইয়া কাচ-দণ্ডের সাহায্যে ভালরূপে নাড়িয়া দেওয়া হইল, যাহাতে সমস্ত গন্ধক কার্বন ডাই-সালফাইডে দ্রবীভূত হয়। অদ্রবণীয় নাইটার ও কাঠকয়লা-চূর্ণ পড়িয়া থাকে। ফিল্টার কাগজের সাহায্যে মিশ্রণটি পরিস্রাবণ করিয়া পরিস্রুত একটি বেসিনে সংগ্রহ করা হইল। ফিল্টার কাগজের উপর অবশেষ-নাইটার ও কাঠকয়লার চূর্ণ কার্বন ডাই-সালফাইডদ্বারা কয়েকবার ধৌত করিয়া মিশ্রিত সালফার দ্রবণ উহা হইতে সম্পূর্ণ পৃথক করা হইল। ধৌত করিবার সময় কয়েক ফোঁটা পরিস্রুত সাধারণ তাপমাত্রায় বাষ্পায়িত করিয়া কোন অবশেষ না পাইলে গন্ধক সম্পূর্ণ পৃথক হইয়াছে বুঝা যাইবে। বেসিনে কার্বন ডাই-সালফাইডে গন্ধকের দ্রবণ থাকে। সাধারণ তাপমাত্রায় বাষ্পায়িত করিলে বেসিনে হলুদ বর্ণের গন্ধক পাওয়া যায়। ফিল্টার কাগজের উপর অবশেষ কিছুক্ষণ বাতাসে রাখিয়া মিশ্রিত কার্বন ডাই-সালফাইড দূরীভূত করা হইল। তারপর এই অবশেষ বীকারে লইয়া উহাতে উপযুক্ত পরিমাণ জল মিশাইয়া সামান্য উত্তপ্ত করা হইল, যেন সমস্ত নাইটার জলে দ্রবীভূত হয়। পরিস্রাবণ করিয়া পরিস্রুত একটি বীকারে সংগ্রহ করা হইল। অবশেষ ফিল্টার

কাগজের উপরেই গরম জলদ্বারা কয়েকবার ধৌত করিয়া উহার সহিত মিশ্রিত নাইটার সম্পূর্ণ পৃথক করা হইল। ধৌত করিবার সময় পরিস্রুতের কয়েকটি ফোঁটা বাষ্পীভূত করিলে যদি কোন অবশেষ না থাকে, তবে বুঝা যায় যে নাইটার সম্পূর্ণ পৃথক হইয়াছে। পরিস্রুত তাপদ্বারা ধীরে ধীরে বাষ্পীভূত করিলে সমস্ত জল বাষ্পীভূত হইয়া যায় এবং নাইটার অবশিষ্ট থাকে। ফিল্টার কাগজের উপর কাঠকয়লা-চূর্ণ শুষ্ক করা হইল।

(b) **আয়োডিন, সাধারণ লবণ, লৌহ-চূর্ণ ও বালির মিশ্রণ**—লৌহ-চূর্ণ চুম্বক দ্বারা আকৃষ্ট হয়, অপর উপাদানগুলি আকৃষ্ট হয় না। উত্তপ্ত করিলে আয়োডিন ঊর্ধ্বপাতিত হয় কিন্তু অপর উপাদানগুলি অপরিবর্তিত থাকে। সাধারণ লবণ জলে দ্রবণীয় কিন্তু বালি জলে অদ্রবণীয়। সুতরাং প্রথমে চুম্বকদ্বারা লৌহ-চূর্ণ, তারপর ঊর্ধ্বপাতন প্রণালীতে আয়োডিন পৃথক করিয়া অবশিষ্ট সাধারণ লবণ ও বালির মিশ্রণ হইতে সাধারণ লবণ জলদ্বারা নিষ্কাশিত করা হয়।

[**পদ্ধতির সংকেত**- 31 (a) প্রশ্নোত্তরের ন্যায় চুম্বকদ্বারা লৌহ-চূর্ণ পৃথক করা লিখিবে। 31 (d) প্রশ্নোত্তরের ন্যায় অবশিষ্ট উপাদানগুলি হইতে আয়োডিন ঊর্ধ্বপাতন প্রণালীর সাহায্যে পৃথক করা লিখিবে ; 31 (b) প্রশ্নোত্তরের ন্যায় বাকি সাধারণ লবণ ও বালির পৃথকীকরণ লিখিবে।]

(c) **সংকেত**—চুম্বক দ্বারা লৌহচূর্ণ, কার্বন ডাই-সালফাইড দ্বারা সালফার এবং জলের সাহায্যে সাধারণ লবণ পৃথক কর। অবশিষ্ট থাকিবে বালি।

মিশ্রণের উপাদান পৃথকীকরণ সম্বন্ধে কয়েকটি সংকেত

[Hints on separation of simple mixtures]

কোন মিশ্রণের উপাদানগুলি পৃথক করিতে হইলে উপাদানগুলির কতকগুলি বিশেষ ধর্ম সম্বন্ধে জ্ঞাত থাকা প্রয়োজন। উপাদানগুলি যাহাতে সম্পূর্ণ পৃথক হয় সেদিকে দৃষ্টি রাখা বিশেষ প্রয়োজন। এ বিষয়ে নিম্নে কিছু আলোচনা করা হইল।

(1) মিশ্রণের দুইটি উপাদানের একটি জলে বা অন্য কোন দ্রাবকে দ্রবণীয় হইলে এবং অপরটি জলে বা সেই দ্রাবকে অদ্রবণীয় হইলে পৃথকীকরণ 31 (b) নং প্রশ্নোত্তরের ন্যায় হইবে। নিম্নে এই শ্রেণীর কয়েকটি মিশ্রণ দেওয়া হইল।

i) সোডিয়াম ক্লোরাইড বা পটাসিয়াম ক্লোরাইড ও চকের গুঁড়া (সোডিয়াম ক্লোরাইড বা পটাসিয়াম ক্লোরাইড জলে দ্রবণীয়, চক অদ্রবণীয়।) —H. S. 1962 (Comp),

(ii) সোডিয়াম ক্লোরাইড ও গন্ধক (গন্ধক কার্বন ডাই-সালফাইডে দ্রবণীয় সোডিয়াম ক্লোরাইড জলে দ্রবণীয়।

(iii) লেড ক্লোরাইড ও সিলভার ক্লোরাইড। লেড ক্লোরাইড ফুটন্ত জলে দ্রবণীয়, কিন্তু সিলভার ক্লোরাইড উহাতে অদ্রবণীয়। সুতরাং মিশ্রণটি জলে ফুটাইয়া উত্তপ্ত অবস্থায় ফিল্‌টার করিতে হইবে। ফিল্‌টার কাগজে সিলভার ক্লোরাইড অবশেষরূপে থাকে। পরিস্রুত শীতল করিলে লেড ক্লোরাইড অধঃক্ষিপ্ত হয়। ফিল্‌টার করিয়া লেড ক্লোরাইড সংগ্রহ করা হয়।

(2) মিশ্রণের দুইটি উপাদানের একটি উদ্বায়ী ও অপরটি অনুদ্বায়ী কঠিন পদার্থ হইলে পৃথকীকরণ 31 (d) নং প্রশ্নোত্তরের ন্যায় হইবে। অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড, আয়োডিন, কর্পূর, ন্যাপ্‌থালিন, ক্যালোমেল—এই সকল উদ্বায়ী কঠিন পদার্থের সহিত তাপে অপরিবর্তিত থাকে এরূপ যে কোন অনুদ্বায়ী কঠিন পদার্থ মিশ্রিত থাকিতে পারে। যথা,—(i) আয়োডিন ও বালি, (ii) অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড ও বালি, (iii) ন্যাপ্‌থালিন ও চুনের গুঁড়া, (iv) ক্যালোমেল (calomel) ও সোডিয়াম ক্লোরাইড ইত্যাদি।

(3) মিশ্রণের উপাদান দুইটির দ্রাব্যতার কোন পার্থক্য থাকিলে 31 (e) নং প্রশ্নোত্তরের ন্যায় আংশিক কেলাসনদ্বারা পৃথক করিবে ঃ যথা—(i) নাইটার ও সোডিয়াম ক্লোরাইড। (উচ্চতর তাপমাত্রায় নাইটার সোডিয়াম ক্লোরাইড অপেক্ষা বেশী দ্রবণীয়, কিন্তু সাধারণ তাপমাত্রায় সোডিয়াম ক্লোরাইড জলে বেশী দ্রবণীয়। মিশ্রণটি যথাসম্ভব কম জলে সামান্য উত্তপ্ত করিয়া দ্রবীভূত করা হয়। এখন দ্রবণটি শীতল করিলে নীচে সাদা দানা পৃথক হয়। ফিল্‌টার করিয়া পরিস্রুত একটি বীকারে সংগ্রহ করা হয়। ফিল্‌টার কাগজের উপর সাদা দানাগুলি নাইটারের। সামান্য বরফ জলদ্বারা নাইটার ফিল্‌টার কাগজের উপরেই ধৌত করা হইল যাহাতে মিশ্রিত সোডিয়াম ক্লোরাইড সম্পূর্ণ পৃথক হইয়া যায়। একটি শুষ্ক ফিল্‌টার কাগজের ভাঁজে চাপিয়া ইহাকে শুষ্ক করা হয়। পরিস্রুত সোডিয়াম ক্লোরাইডের জলীয় দ্রবণ। বাষ্পীভবনদ্বারা ইহা গাঢ় করিয়া শীতল করিলে সোডিয়াম ক্লোরাইডের স্ফটিক দ্রবণ হইতে পৃথক হয়। ফিল্‌টার করিয়া স্ফটিকগুলি সংগ্রহ করা হয় এবং শুষ্ক করা হয়।

(ii) নাইটার ও কপার নাইট্রেট (নাইটার অপেক্ষা কপার নাইট্রেট জলে অধিক দ্রাব্য।)

(4) মিশ্রণের উপাদানগুলি বিভিন্ন দ্রাবকে দ্রবণীয় হইলে, 32 (a) নং প্রশ্নোত্তরের ন্যায় লিখিবে। একটি দ্রাবক জল ও অপরটি কোন জৈব তরল পদার্থ হইলে, প্রথমে জৈব তরল পদার্থদ্বারা দ্রবণীয় উপাদান নিষ্কাশন করিয়া পরে জলদ্বারা করিবে। যথা—(i) সোডিয়াম ক্লোরাইড, বালি ও গন্ধক (প্রথমে কার্বন ডাই-সালফাইডদ্বারা গন্ধক পৃথক করিয়া অবশিষ্ট মিশ্রণ হইতে জলদ্বারা সোডিয়াম ক্লোরাইড পৃথক করিবে। [32 (a) নং প্রশ্নোত্তর দেখ।]

(5) মিশ্রণের উপাদানগুলির মধ্যে একটি উদ্বায়ী এবং আরেকটি কোন দ্রাবকে দ্রবণীয় হয়, তবে প্রথমে ঊর্ধ্বপাতন প্রণালীদ্বারা উদ্বায়ী পদার্থ পৃথক করিবে। পরে, সেই দ্রাবকের সাহায্যে দ্রবণীয় উপাদান অদ্রবণীয় উপাদান হইতে পৃথক করিবে।

32 (b) নং প্রশ্নোত্তর দেখ। এই শ্রেণীর আরও কয়েকটি মিশ্রণের উদাহরণ—

(i) অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড, পটাসিয়াম ক্লোরাইড ও বালি। (প্রথমে ঊর্ধ্বপাতন প্রণালীদ্বারা অ্যামোমিয়াম ক্লোরাইড, পরে জল দ্বারা পটাসিয়াম ক্লোরাইড পৃথক করিবে।)

(ii) লৌহ-চূর্ণ, কর্পূর, সোডিয়াম ক্লোরাইড ও কাচ-চূর্ণের মিশ্রণ। প্রথমে চুম্বকদ্বারা লৌহ-চূর্ণ, পরে ঊর্ধ্বপাতনদ্বারা কর্পূর ও শেষে জলদ্বারা সোডিয়াম ক্লোরাইড পৃথক করিবে।)

———

Additional Questions with hints on answers

CHAPTER II

1. Draw a sketch of the Liebig's condenser. Name a liquid and describe giving details, the method of preparing it in the pure state in the laboratory, involving the use of a Liebig's condenser. [Cal. I. Sc. 1951]

2. How would you obtain crystals of copper sulphate, dry sand and pure water from copper sulphate solution containing sand ?

Hints. পাতন প্রণালীতে পাতিত দ্রব্যরূপে বিশুদ্ধ জল এবং অবশেষরূপে কপার সালফেট ও বালি থাকে। 31 (b) নং প্রশ্নোত্তর অনুযায়ী জলের সাহায্যে কপার সালফেট ও বালি পৃথকীকরণ।]

3. Explain the following terms with reference to one example : solution, solvent, solute. Starting from a solution of sodium chloride in water, how would you prepare (a) pure water, and (b) pure crystals of sodium chloride ? Give experimental details. [H. S. 1962]

[Q. 11 : পাতনের সাহায্যে—(Q. 16 অনুসারে বর্ণনা কর)। পাতিত দ্রব্যরূপে বিশুদ্ধ জল এবং অবশেষরূপে সোডিয়াম ক্লোরাইড পাওয়া যায়। পুনঃ কেলাসনের সাহায্যে সোডিয়াম ক্লোরাইডকে বিশুদ্ধ করা হয়।]

4. What are crystals ? How are they generally prepared ? How would you prepare crystals of sulphur, saltpetre and blue vitriol ? [Ans. 8 (a) প্রশ্নোত্তর দেখ।]

5. How will you find out whether a substance is (i) efflorescent or deliquescent (ii) hydrated or anhydrous ?

[**Hints.** (i) ওয়াচ্-গ্লাসে বায়ুতে খোলা অবস্থায় রাখিলে অবস্থার পরিবর্তন—ওজন বৃদ্ধি বা হ্রাস (ii) তাপ প্রয়োগে জলীয় বাষ্প নির্গত ও ওজন হ্রাস কিংবা অপরিবর্তিত থাকা।]

6. Descuss the criteria of a chemical compound. Describe how you would separate the constituents of a mixture of sulphur, sodium chloride and sand in a fine state of division. [Cal. I. Sc., 1954]

7. You are given a mixture of sodium chloride and potassium nitrate. Above 50°C the former is less soluble, but below this temperature the latter. How would you obtain specimens of both from the solution ?

[**Hints.** 64 নং পৃষ্ঠার 3 নং সংকেত দেখ।]

8. Copper sulphate is soluble in water. Describe in detail the laboratory process by which you obtain pure crystals of the compound from impure copper sulphate containing sand and other insoluble matters. How would you remove any soluble impurity, if present ? [H. S. 1961 Comp.]

[**Ans.** মিশ্রণে কপার সালফেট, বালি ও অন্যান্য অদ্রাব্য পদার্থ আছে। জলের সাহায্যে দ্রাব্য কপার সালফেট অদ্রাব্য পদার্থ হইতে পৃথক করা হয়। [Q. 32 (b) প্রশ্নোত্তরে সাধারণ লবণের পরিবর্তে কপার সালফেট]। পুনঃ-কেলাসনের সাহায্যে কপার সালফেটের বিশুদ্ধিকরণ (Q. 18,)]

9. How does destructive distillation differ from ordinary distillation ? Explain why the former is called destructive. Illustrate. [H. S. 1962, '63, (comp.) '65]

Ans. [16 ও 17 (c) প্রশ্নোত্তর দেখ।]

CHAPTER III

Air—Nitrogen and Oxygen

[বায়ু—নাইট্রোজেন ও অক্সিজেন]

Q. 33. What are the common constituents of air ? How would you prove their existence ? State their utility. Name some of the minor gases present in air.

[বায়ুর সাধারণ উপাদানগুলি কি ? উহাদের অস্তিত্ব কিরূপে প্রমাণ করিবে ? উপাদানগুলির উপযোগিতা কি ? বায়ুতে আর ছোটখাট যে সব গ্যাস আছে তাহাদের নাম উল্লেখ কর।]

Ans. বায়ুর সাধারণ উপাদান (Common constituents of air)—

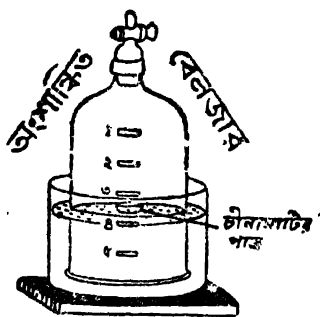
বায়ু প্রধানতঃ নাইট্রোজেন ও অক্সিজেনের মিশ্রণ ; এই দুইটি প্রধান উপাদানের সহিত কার্বন ডাই-অক্সাইড, জলীয় বাষ্প ও নিষ্ক্রিয় গ্যাস মিশ্রিত থাকে। আয়তন হিসাবে বায়ুতে নাইট্রোজেন 77·16 ভাগ, অক্সিজেন 20·60 ভাগ, জলীয় বাষ্প 1·40 ভাগ, কার্বন ডাই-অক্সাইড 0·04 ভাগ এবং নিষ্ক্রিয় গ্যাসসমূহ 0·80 ভাগ আছে। স্থান এবং কালভেদে উপাদানগুলির অনুপাতের কিছুটা ব্যতিক্রম দেখা যায়। শুষ্ক ও কার্বন ডাই-অক্সাইডমুক্ত বায়ুতে আয়তন হিসাবে নাইট্রোজেন 78·11 ভাগ, অক্সিজেন 20·96 ভাগ, নিষ্ক্রিয় গ্যাস 0·93 ভাগ এবং ওজন হিসাবে নাইট্রোজেনের ভাগ 75·5, অক্সিজেনের ভাগ 23·2 ও নিষ্ক্রিয় গ্যাসের ভাগ 1·3।

উপাদান অস্তিত্বের প্রমাণ

অক্সিজেন (H S. 1961)—(i) বর্ণহীন নাইট্রিক অক্সাইড গ্যাসপূর্ণ গ্যাস-জারের ঢাক্‌নি বায়ুতে খুলিলে উহা লাল বাদামী বর্ণ ধারণ করে। নাইট্রিক অক্সাইড বায়ুর অক্সিজেনের সহিত বিক্রিয়া করিয়া লাল-বাদামী বর্ণের নাইট্রোজেন পার-অক্সাইড গ্যাস উৎপন্ন করে। এই পরীক্ষা দ্বারা বায়ুতে অক্সিজেনের অস্তিত্ব প্রমাণিত হয়। $2NO+O_2=2NO_2$।

(ii) একটি শক্ত কাচের মোটা টেস্ট-টিউবে কিছু পারদ (মারকারি) লইয়া অনেক সময় ধরিয়া উত্তপ্ত করা হইল। উত্তাপের ফলে পারদ লাল বর্ণের একটি

পদার্থে পরিণত হয়। বায়ুর অক্সিজেনের সহিত বিক্রিয়া করিয়া লাল মারকিউরিক অক্সাইড উৎপন্ন হয়। $2Hg+O_2=2HgO$। এই লাল অক্সাইডকে তীব্র উত্তপ্ত করিলে যে গ্যাস নির্গত হয় তাহা অক্সিজেন। এই পরিবর্তন বায়ুতে অক্সিজেনের উপস্থিতি প্রমাণ করে।

নাইট্রোজেন (H. S. 1961)—**বেল জার পরীক্ষা**—একটি খোলা বড় কাচের পাত্রে জলের উপর **একটি** বেল-জার চাবি খোলা অবস্থায় উপুড় করিয়া বসান হইল। ঐ বেল-জারের মধ্যে আবদ্ধ বায়ু আছে। বেল-জারের মধ্যস্থ জলের উপর একটি চীনামাটির বাটিতে এক টুকরা সাদা ফস্‌ফরাস রাখা হইয়াছে। বেল-জারের ভিতরের ও বাহিরের জল-তল একই থাকে। ভিতরের জল-তল হইতে বেল-জারের উপর পর্যন্ত অংশটিকে চিহ্নিত করিয়া পাঁচটি সমান ভাগে ভাগ করা হয়।

9নং চিত্র—ফস্‌ফরাসের দহন

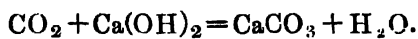
চাবির মধ্য দিয়া একটি উত্তপ্ত তার প্রবেশ করাইয়া ফস্‌ফরাস জ্বালাইয়া দেওয়া হয় এবং তৎক্ষণাৎ চাবিটি বন্ধ করিয়া দেওয়া হয়। ফস্‌ফরাস কিছুক্ষণ জ্বলিয়া নিভিয়া যায়। পাত্রগুলি ঠাণ্ডা হইলে ভিতরের ও বাহিরের জল-তল সমান করিয়া দেখা যায়, বেল-জারের মধ্যে জল-তল এক-পঞ্চমাংশ ভাগ উপরের দিকে উঠিয়াছে মোট যত পরিমাণ আয়তনের বায়ু বেল-জারের মধ্যে আবদ্ধ ছিল তাহার এক-পঞ্চমাংশ ভাগ কমিয়া গিয়াছে। দহনকালে বেল-জারের আবদ্ধ বায়ুর অক্সিজেন ফস্‌ফরাসের সহিত যুক্ত হইয়া ফস্‌ফরাস পেণ্টক্সাইড উৎপন্ন করে এবং ইহা জলে দ্রবীভূত হইয়া যায়।

বেল-জারের বায়ুর অবশিষ্ট অংশের কোন দহন-ক্ষমতা নাই, কারণ জ্বলন্ত শলাকা বেল-জারে প্রবেশ করাইলে উহা নিভিয়া যায়। এই গ্যাসের মধ্যে ম্যাগনেসিয়াম উত্তপ্ত করিলে ম্যাগনেসিয়াম নাইট্রাইড উৎপন্ন হয়। ইহা জলের সহিত বিক্রিয়ায় অ্যামোনিয়া (নাইট্রোজেনের একটি যৌগ) উৎপন্ন করে। সুতরাং, অবশিষ্ট গ্যাসটি নাইট্রোজেন। এই পরীক্ষায় প্রমাণিত হয়, বায়ুতে নাইট্রোজেন আছে এবং আয়তন হিসাবে বায়ুর প্রতি পাঁচ ভাগে চারিভাগ নাইট্রোজেন ও একভাগ অক্সিজেন আছে।

জলীয় বাষ্প—(i) একটি কাচের গ্লাসে কয়েক টুক্‌রা বরফ রাখিলে কিছু সময় পরে গ্লাসের বাহিরে বিন্দু বিন্দু জল জমা হয়। বায়ুর জলীয় বাষ্প শীতল গ্লাসের সংস্পর্শে আসিয়া শীতল হইয়া ঘনীভূত হয় এবং গ্লাসের গায়ে জলকণায় পরিণত হয়।

(ii) একটি ওয়াচ্-গ্লাসে অনার্দ্র ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড রাখিলে বায়ুর জলীয় বাষ্প শোষণ করিয়া উহা প্রথমে ভিজিয়া উঠে এবং শেষ পর্যন্ত শোষিত জলে দ্রবীভূত হয়।

কার্বন ডাই-অক্সাইড—একটি কাচের ডিশে খানিকটা স্বচ্ছ চুন-জল (lime-water) লইয়া বায়ুতে খোলা অবস্থায় রাখা হইল। কিছুক্ষণ পরে দেখা যায় যে, চূনের জলের উপর একটি সাদা স্তর পড়িয়াছে এবং চুন-জল ক্রমশঃ ঘোলাটে হইয়া যায়। বায়ুর কার্বন ডাই-অক্সাইডের সহিত চুন-জল বিক্রিয়া করিয়া সাদা অদ্রবণীয় ক্যালসিয়াম কার্বনেট উৎপন্ন হয়। এইজন্য চুন-জল ঘোলাটে হয়। এই পরীক্ষা বায়ুতে কার্বন ডাই-অক্সাইডের অস্তিত্ব প্রমাণ করে।

$$CO_2 + Ca(OH)_2 = CaCO_3 + H_2O.$$

উপাদানগুলির উপযোগিতা—

অক্সিজেন—শ্বাস-প্রশ্বাস ক্রিয়ার জন্য অক্সিজেন অপরিহার্য, অক্সিজেন ব্যতীত প্রাণিজগতের অস্তিত্ব সম্ভব নয়। অক্সিজেনের সাহায্যে সকল প্রকার দহন-ক্রিয়া ঘটে।

নাইট্রোজেন—বায়ুতে নাইট্রোজেন থাকার জন্য অক্সিজেনের লঘুকরণ (dilution) হয়। অন্যথায় দহন ও জারণ ক্রিয়াগুলি খুব তীব্র ও দ্রুত হইত। নাইট্রোজেনের সাহায্যে প্রাণী ও উদ্ভিদ্ জগতের জটিল প্রোটিনগুলি সংশ্লেষিত হয়।

জলীয় বাষ্প—বায়ুর জলীয় বাষ্প ঘনীভূত হইয়া তুষার ও বৃষ্টিরূপে ভূপৃষ্ঠে পতিত হয়। জলীয় বাষ্পের জন্য দ্রুত বাষ্পীভবন ক্রিয়া আংশিকভাবে প্রশমিত হয়।

কার্বন ডাই-অক্সাইড—উদ্ভিদ্ জগতের পুষ্টির অন্যতম উপাদান।

বায়ুতে অন্যান্য গ্যাস [H. S. 1970 (comp.)]—উল্লিখিত উপাদানগুলি ব্যতীত বায়ুতে হিলিয়াম, নিয়ন, আর্গন ইত্যাদি নিষ্ক্রিয় গ্যাস (inter gases) এবং স্থানবিশেষে সালফার ডাই-অক্সাইড, অ্যামোনিয়া, হাইড্রোজেন সালফাইড প্রভৃতি গ্যাসও কখনো কখনো খুব অল্প পরিমাণে থাকে।

Q. 34. Describe an experiment to show that air contains approximately four volumes of nitrogen and one volume of oxygen. —H S. 1961

[পরীক্ষার সাহায্যে প্রমাণ কর যে বায়ুতে আয়তন হিসাবে মোটামুটি চারি ভাগ নাইট্রোজেন ও একভাগ অক্সিজেন গ্যাস আছে।]

Or,

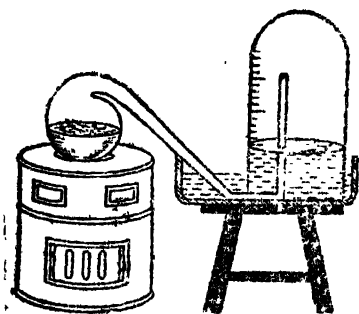
Describe an experiment you would perform in the laboratory to show that air contains a gas which supports combustion and another which does not. —H. S. 1964 (Comp.)

[বায়ুর মধ্যস্থিত একটি গ্যাস দহনে সাহায্য করে এবং আরেকটি করে না—ইহা দেখাইবার জন্য ল্যাবরেটরীর একটি পরীক্ষা বর্ণনা কর।]

[**Ans.** 33নং প্রশ্নোত্তরের 'বেল্-জার পরীক্ষা' অংশ দেখ।]

Q. 15. Describe Lavoisier's experiment on the composition of air. —H. S. 1963, '67

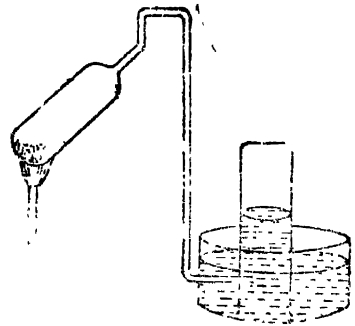
[বায়ুর সংযুতি সম্পর্কে ল্যাভয়সিয়রের পরীক্ষা বর্ণনা কর।]

Ans. ল্যাভয়সিয়রের পরীক্ষা—একটি কাচনির্মিত বকযন্ত্রে খানিকটা বিশুদ্ধ পারদ লইয়া বকযন্ত্রের বাঁকান গ্রীবাটি একটি অশাংকিত বেল-জারের মধ্যে প্রবেশ করান হইল। বেল-জারটি একটি পারদপূর্ণ পাত্রে উপুড় করিয়া বসান হইল। ইহাতে বেল-জারের ভিতরের বায়ুর সহিত বকযন্ত্রের অভ্যন্তরের সংযোগ থাকে। বকযন্ত্রটিকে একটি জ্বলন্ত চুল্লীর (oven) উপর বসাইয়া ক্রমাগত উত্তপ্ত করা হইল। উত্তাপের ফলে বকযন্ত্রের পারদ ধীরে ধীরে একটি লাল কঠিন পদার্থে পরিণত হইল এবং বেল-জারের মধ্যের পারদ উপরে উঠিতে লাগিল। এইরূপে দশ-বার দিন উত্তপ্ত করিবার পরে দেখা যে আবদ্ধ বায়ুর

10 নং চিত্র—ল্যাভয়সিয়রের প্রথম পরীক্ষা

মাত্র এক-পঞ্চমাংশ শোষিত হইয়াছে—অবশিষ্ট বায়ু আর শোষিত হয় না। পরীক্ষা-

দ্বারা দেখা গেল যে অবশিষ্ট বায়ুর মধ্যে জ্বলন্ত কাঠি প্রবেশ করাইলে উহা নিভিয়া যায় এবং কোন ক্ষুদ্র জীবন্ত প্রাণী প্রবেশ করাইলে উহার শ্বাসরোধ হইয়া মৃত্যু ঘটে। এই অবশিষ্ট বায়ুকে ল্যাভয়সিয়র 'azote' নামে অভিহিত করেন। ইহাই নাইট্রোজেন গ্যাস।

ল্যাভয়সিয়র পরে উপরোক্ত পরীক্ষার একটি বিপরীত পরীক্ষা করেন।

বকযন্ত্রে উৎপন্ন লাল পদার্থটি একটি টেস্ট-টিউবে লইয়া টেস্ট-টিউবের মুখে নির্গম নল জুড়িয়া দেওয়া হইল। নির্গম-নলের অপর প্রান্ত গ্যাস-দ্রোণীর জলের ভিতর রাখিয়া একটি জলপূর্ণ গ্যাস-জার উহার উপর উপুড় করিয়া বসান হইল। টেস্ট-টিউবটি উত্তপ্ত করিলে একটি বর্ণহীন গ্যাস জল-অপসারণ দ্বারা গ্যাস-জারে সঞ্চিত হয় এবং লাল পদার্থটি পুনরায় উজ্জ্বল পারদে পরিণত হয়। দেখা যায় সঞ্চিত গ্যাসের পরিমাণ এবং পূর্ব পরীক্ষার শোষিত গ্যাসের পরিমাণ সমান। এই গ্যাসের মধ্যে শিখাহীন জ্বলন্ত কাঠি উজ্জ্বলভাবে জ্বলিয়া উঠে, এবং ইহা প্রাণীদের শ্বাস কার্যে সহায়তা করে। এই গ্যাসকে তিনি প্রথমে 'vital air' এবং পরে অক্সিজেন নামে অভিহিত করেন।

11 নং চিত্র—ল্যাভয়সিয়রের দ্বিতীয় পরীক্ষা

পরীক্ষা দুইটি হইতে ল্যাভয়সিয়র প্রমাণ করিলেন যে—(1) বায়ু প্রধানতঃ দুইটি গ্যাসের মিশ্রণ—একটি অক্সিজেন ও অপরটি নাইট্রোজেন। (2) বায়ুর আয়তনের এক-পঞ্চমাংশ অক্সিজেন ও চারি-পঞ্চমাংশ নাইট্রোজেন।

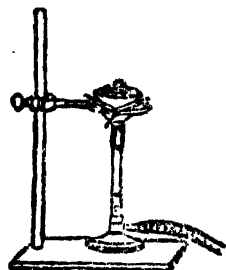
Q. 36. (a) Explain why a metal like magnesium increases in weight when heated in air. (b) What experiment would you carry out to find the percentage increase in weight? (c) Would you expect this result to be the same no matter how much magnesium was used? If so, why?

[(a) ম্যাগনেসিয়াম ধাতু বায়ুতে উত্তপ্ত করিলে ওজনে বৃদ্ধি পায় কেন?

(b) ওজনের বৃদ্ধির শতকরা পরিমাণ নির্ণয় করিবার জন্য কি পরীক্ষা করিবে?

(c) যে কোন পরিমাণ ম্যাগনেসিয়াম লইলে এই শতকরা পরিমাণ একই থাকিবে কিনা যুক্তি সহ বল।]

Ans. (a) ম্যাগনেসিয়াম বায়ুতে উত্তপ্ত করিলে, বায়ুর অক্সিজেনের সহিত সংযুক্ত হইয়া ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড নামে একটি সাদা নূতন যৌগিক পদার্থ উৎপন্ন হয়। $2Mg+O_2=2MgO$। এই ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইডে নির্দিষ্ট পরিমাণ ম্যাগনেসিয়ামের সহিত নির্দিষ্ট পরিমাণ অক্সিজেন যুক্ত হইয়া আছে। সেই জন্য ম্যাগনেসিয়ামের ওজন বৃদ্ধি পায়।

(b) **পরীক্ষা**—ঢাকনি সহ একটি পরিষ্কার পোর্সেলিন মুচি রিং-এর উপর অগ্নিসহ মৃত্তিকার ত্রিভুজের উপর রাখিয়া বুনসেন বার্নারের সাহায্যে উত্তপ্ত করা হইল এবং মুচিটি ডেসিকেটরে রাখিয়া শীতল করিয়া উহার ওজন লওয়া হইল। উত্তপ্ত করা, শীতল করা এবং ওজন লওয়া কয়েকবার করা হইল, যতক্ষণ না শেষ ওজন দুইটি সমান হয়। অল্প পরিমাণ ম্যাগনেসিয়াম টুক্‌রা মুচিতে লইয়া পুনরায় ওজন করা হইল। ঢাকনি সহ মুচিটি অগ্নিসহ মৃত্তিকার ত্রিভুজে বসাইয়া প্রথমে ধীরে এবং পরে তীব্রভাবে উত্তপ্ত করা হইল। ম্যাগনেসিয়াম সাদা ভস্মে পরিণত হইলে উত্তাপ দেওয়া বন্ধ করিয়া মুচিটি ডেসিকেটরে শীতল করা হইল এবং উহার ওজন লওয়া হইল। মুচিটিকে আবার উত্তপ্ত করিয়া পরে শীতল করিয়া ওজন লওয়া হইল। যতক্ষণ না শেষ ওজন দুইটি এক হয় ততক্ষণ এইরূপ করা হইয়াছে।

12নং চিত্র—বায়ুতে ম্যাগনেসিয়ামের দহন

পরীক্ষার ফল ও গণনা—ঢাকনি সহ মুচির ওজন $=a$ গ্রাম; ঢাকনি সহ মুচি ও ম্যাগনেসিয়ামের ওজন b গ্রাম; ঢাকনি সহ মুচি ও ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইডের ওজন $=c$ গ্রাম। সুতরাং ম্যাগনেসিয়ামের ওজন $=(b-a)$ গ্রাম এবং ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইডের ওজন $=(c-a)$ গ্রাম।

প্রকৃত পরীক্ষায় দেখা যায়, $(b-a)$ গ্রাম অপেক্ষা $(c-a)$ গ্রাম বেশী।

সুতরাং, দহনের ফলে ওজন বৃদ্ধি পাইয়াছে।

ওজন বৃদ্ধি$=\{(c-a)-(b-a)\}$ গ্রাম

$\therefore$ শতকরা বৃদ্ধি$=\frac{\{(c-a)-(b-a)\}\times 100}{(b-a)}$ ।

[এই সঙ্গে ম্যাগনেসিয়ামের সহিত সামান্য নাইট্রোজেন যুক্ত হয়।]

(c) ওজন বৃদ্ধির শতকরা পরিমাণ সর্বদা নির্দিষ্ট থাকিবে, কারণ উৎপন্ন যৌগিক পদার্থটিতে উপাদান দুইটির পরিমাণ সর্বদা নির্দিষ্ট অনুপাতে থাকে।

Q. 37. State reasons in support of the statement that air is a mechanical mixture and not a chemical compound.

—H. S. 1960 (comp.), 1969 ; '70 (comp) ; 1972

["বায়ু সাধারণ মিশ্রণ, রাসায়নিক যৌগ নহে"—এই উক্তিটির সপক্ষে কি কি যুক্তি আছে বল।]

Ans. নিম্নলিখিত যুক্তিগুলি হইতে প্রমাণিত হয় যে, বায়ু সাধারণ মিশ্রণ, রাসায়নিক যৌগ নহে।

(1) রাসায়নিক যৌগে উপাদানগুলি ওজনের সুনির্দিষ্ট অনুপাতে থাকে কিন্তু সাধারণ মিশ্রণে উহারা যে-কোন অনুপাতে থাকিতে পারে। যদিও বায়ুর প্রধান উপাদান দুইটি, অর্থাৎ নাইট্রোজেন ও অক্সিজেনের আয়তনিক অনুপাত (4 : 1) প্রায় নিত্য থাকে, বিভিন্ন সময়ে বিভিন্ন স্থানের বায়ুতে উপাদানগুলির অনুপাত সামান্য কম-বেশী হয়। বায়ু রাসায়নিক যৌগ হইলে উপাদানগুলির অনুপাতের সামান্য ব্যতিক্রমও হইত না।

(2) বিভিন্ন গ্যাসের মধ্যে যখন রাসায়নিক সংযোগ ঘটে তখন সর্বদা তাপের পরিবর্তন এবং কখনো কখনো আয়তনের পরিবর্তন হয়। বায়ুতে অক্সিজেন ও নাইট্রোজেন যে অনুপাতে থাকে সেই অনুপাতে অক্সিজেন ও নাইট্রোজেন মিশাইলে তাপের বা আয়তনের কোন পরিবর্তন হয় না।

(3) বায়ুতে অক্সিজেন ও নাইট্রোজেনের ধর্ম বজায় থাকে। 4 : 1 অনুপাতে নাইট্রোজেন ও অক্সিজেন মিশ্রিত করিলে যে মিশ্রিত পদার্থটি পাওয়া যায় তাহা ঠিক বায়ুর ন্যায় ধর্ম-সম্পন্ন হইয়া থাকে।

(4) বায়ুতে নাইট্রোজেন ও অক্সিজেনের পরিমাণ উহাদের পারমাণবিক ওজনের

সরল গুণিতক অনুপাতে থাকে না। কিন্তু রাসায়নিক যৌগে এইরূপ অনুপাত অবশ্যই থাকে।

(5) বায়ুতে নাইট্রোজেন ও অক্সিজেনের ওজন হিসাবে শতকরা মাত্রা যথাক্রমে প্রায় 75·5 ও 23·2। সুতরাং গণনা করিয়া দেখা যায়, বায়ু যৌগিক পদার্থ হইলে উহার আণবিক সংকেত হইত $N_{15}O_4$ (বা উহার গুণিতক) এবং সেই হিসাবে বাষ্পীয় ঘনত্ব হওয়া উচিত ছিল 137। কিন্তু প্রকৃতপক্ষে বায়ুর বাষ্পীয় ঘনত্ব 14·4। 4 আয়তন নাইট্রোজেন ও 1 আয়তন অক্সিজেনের মিশ্রণ ধরিয়া হিসাব করিলে এই বাষ্পীয় ঘনত্ব পাওয়া যায়।

(6) বায়ুর উপাদানগুলিকে সহজ যান্ত্রিক উপায়ে পৃথক করা যায়। বায়ু মিশ্রণ বলিয়া ইহা সম্ভব, রাসায়নিক যৌগ হইলে এরূপ পৃথকীকরণ সম্ভব হইত না।

(a) একটি সচ্ছিদ্র পোর্সেলিন নলে বায়ু আবদ্ধ রাখিলে উহা ছিদ্রের মধ্য দিয়া ব্যাপিত হয় এবং অক্সিজেন অপেক্ষা লঘুতর নাইট্রোজেন তাড়াতাড়ি বাহির হইয়া আসে।

(b) বায়ুর জলীয় দ্রবণ উত্তপ্ত করিলে যে দ্রবীভূত বায়ু জল হইতে বাহির হইয়া আসে তাহাতে অক্সিজেনের মাত্রা বেশী থাকে। কারণ অক্সিজেন নাইট্রোজেন অপেক্ষা বেশী দ্রবণীয়।

(c) তরল বায়ু বাষ্পীভূত করিলে বেশী উদ্বায়ী নাইট্রোজেন প্রথমে বাষ্পীভূত হয় এবং পরে অক্সিজেন বাষ্পীভূত হয়। এইরূপে আংশিক-পাতনের সাহায্যে অক্সিজেন হইতে নাইট্রোজেন পৃথক করা যায়।

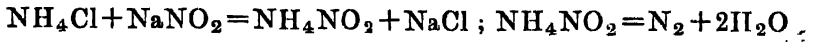
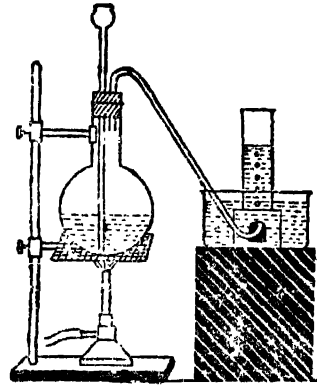
Q. 38. (a) Describe, with a diagram, the laboratory method of preparation of nitrogen. —H. S. 1964 (Comp.); 1966, '73

(b) State its principal properties. —H. S. 1966; **Mention its uses.**

[(a) ল্যাবরেটরীতে নাইট্রোজেন-প্রস্তুতির সচিত্র বর্ণনা দাও। (b) নাইট্রোজেনের প্রধান ধর্মগুলির উল্লেখ কর। ইহার ব্যবহার কি কি?]

Ans. **প্রস্তুতি ঃ** অ্যামোনিয়াম নাইট্রাইটের সংপৃক্ত দ্রবণ মৃদু উত্তপ্ত করিয়া ল্যাবরেটরীতে নাইট্রোজেন প্রস্তুত করা হয়। $NH_4NO_2 = N_2 + 2H_2O$. অ্যামোনিয়াম নাইট্রাইটের দ্রুত বিযোজনের ফলে অনেক সময় বিস্ফোরণ ঘটে বলিয়া

অ্যামোনিয়াম নাইট্রাইটের পরিবর্তে সোডিয়াম নাইট্রাইট ও অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইডের মিশ্রণ উত্তপ্ত করা হয়। রাসায়নিক ক্রিয়ার ফলে প্রথমে অ্যামোনিয়াম নাইট্রাইট উৎপন্ন হয় ও পরে উহা বিযোজিত হইয়া নাইট্রোজেন গ্যাস নির্গত হয়।

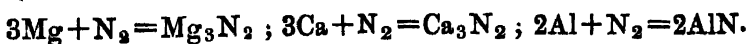
$$NH_4Cl + NaNO_2 = NH_4NO_2 + NaCl \; ; \; NH_4NO_2 = N_2 + 2H_2O$$

দীর্ঘ-নল ফানেল ও নির্গম-নলযুক্ত একটি ফ্লাস্কে সোডিয়াম নাইট্রাইট ও অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইডের সংপৃক্ত দ্রবণ তুল্য পরিমাণে লওয়া হয়। ফ্লাস্কটি তারজালির উপর রাখিয়া বুনসেন বার্নারের সাহায্যে ধীরে ধীরে উত্তপ্ত করা হয়। গ্যাস নির্গত হইতে আরম্ভ করিলে তাপ দেওয়া বন্ধ করা হয়, এবং কিছুক্ষণ গ্যাস বাহির হইতে দিয়া জল-অপসারণ দ্বারা গ্যাসজারে নাইট্রোজেন সংগ্রহ করা হয়।

13 নং চিত্র—নাইট্রোজেন প্রস্তুতি

বিশুদ্ধিকরণ—এইরূপে প্রস্তুত করা নাইট্রোজেনে কিছু ক্লোরিন, অ্যামোনিয়া, নাইট্রোজেন-অক্সাইড ও জলীয় বাষ্প মিশ্রিত থাকে। এই নাইট্রোজেনকে লোহিত তপ্ত (red-hot) কপার-চূর্ণের উপর দিয়া প্রবাহিত করিয়া পরে ক্ষার দ্রবণ ও গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড-পূর্ণ গ্যাস-ধারকের মধ্য দিয়া প্রবাহিত করা হয় এবং ইহাকে শুষ্ক পারদের উপর সংগ্রহ করা হয়।

নাইট্রোজেনের ভৌত ধর্ম—নাইট্রোজেন স্বাদহীন, গন্ধহীন, বর্ণহীন গ্যাস, জলে অতি সামান্য দ্রবণীয়।

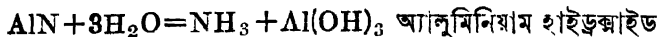
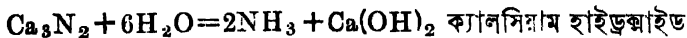
রাসায়নিক ধর্ম—নাইট্রোজেন অত্যন্ত নিষ্ক্রিয় গ্যাস। ইহা দাহ্য নহে বা দহনের সহায়কও নহে।

(i) নাইট্রোজেন গ্যাসের মধ্যে ম্যাগনেসিয়াম, ক্যালসিয়াম ও অ্যালুমিনিয়ামকে তীব্র উত্তপ্ত করিলে যথাক্রমে ম্যাগনেসিয়াম নাইট্রাইড, ক্যালসিয়াম নাইট্রাইড ও অ্যালুমিনিয়াম নাইট্রাইড গঠিত হয়।

$$3Mg + N_2 = Mg_3N_2 \; ; \; 3Ca + N_2 = Ca_3N_2 \; ; \; 2Al + N_2 = 2AlN.$$

জল মিশাইয়া ফুটাইলে এই নাইট্রাইডগুলি আর্দ্র বিশ্লেষিত হইয়া অ্যামোনিয়া এবং ধাতব হাইড্রক্সাইড উৎপন্ন করে।

$Mg_3N_2+6H_2O=2NH_3+3Mg(OH)_2$ ম্যাগনেসিয়াম হাইড্রক্সাইড

$Ca_3N_2+6H_2O=2NH_3+Ca(OH)_2$ ক্যালসিয়াম হাইড্রক্সাইড

$AlN+3H_2O=NH_3+Al(OH)_3$ অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রক্সাইড

(ii) উচ্চচাপে (200 অ্যাটমস্‌ফিয়ার) এবং 550° সেন্টিগ্রেড তাপমাত্রায় লৌহ-চুর্ণের (অনুঘটক) উপস্থিতিতে নাইট্রোজেন প্রত্যক্ষভাবে হাইড্রোজেনের সহিত সংযুক্ত হইয়া অ্যামোনিয়াম গ্যাস উৎপন্ন করে। $N_2+3H_2=2NH_3$ ।

(iii) তড়িৎ-স্ফুলিংগের দ্বারা 3000° সেন্টিগ্রেডে উত্তপ্ত করিলে নাইট্রোজেন অক্সিজেন মিলিত হইয়া নাইট্রিক অক্সাইড উৎপন্ন হয়। $N_2+O_2=2NO$ ।

(iv) ক্যালসিয়াম কার্বাইডকে নাইট্রোজেনের সহিত উত্তপ্ত করিলে (1100°C) ইহা নাইট্রোজেন শোষণ করিয়া ক্যালসিয়াম সায়ানামাইডে পরিণত হয়। $CaC_2+N_2=CaNCN+C$ । উচ্চচাপে স্টীম দ্বারা বিযোজিত হইয়া ইহা অ্যামোনিয়া উৎপন্ন করে। $CaNCN+3H_2O=CaCO_3+2NH_3$

ক্যালসিয়াম সায়ানামাইড ও কার্বনের মিশ্রণকে **নাইট্রোলিম** (nitrolim) বলে। ইহা জমির সার হিসাবে এবং অ্যামোনিয়ার উৎসরূপে ব্যবহৃত হয়।

নাইট্রোজেনের ব্যবহার—অ্যামোনিয়া, নাইট্রিক অ্যাসিড, ক্যালসিয়াম সায়ানামাইড ইত্যাদি প্রস্তুতির জন্য ; ইলেকট্রিক বাল্‌ব, গ্যাস-থার্মোমিটার প্রভৃতিতে নিষ্ক্রিয় গ্যাস হিসাবে নাইট্রোজেন ব্যবহৃত হয়।

Q. 39. (a) How is Nitrogen obtained from air ?

[H. S. 1966, 1973]

[(a) বায়ু হইতে কিরূপে নাইট্রোজেন পাওয়া যায় ?]

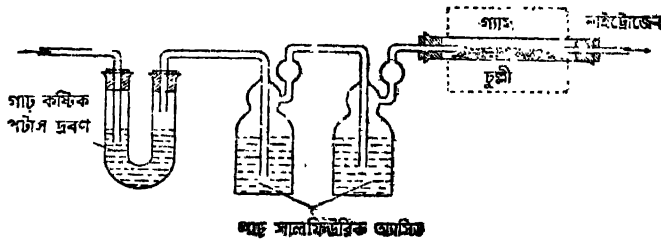
(b) Why is nitrogen from air heavier than nitrogen obtained from its compound ? [H. S. 1966, 1973]

[(b) বায়ু হইতে প্রাপ্ত নাইট্রোজেন উহার যৌগিক হইতে প্রস্তুত নাইট্রোজেন অপেক্ষা ভারী কেন ?]

(c) What other gases except nirogen and oxygen are extracted from the atmosphere [H. S. 1964 (Comp.)] and for what purposes are they used ?

[(c) নাইট্রোজেন ও অক্সিজেন ব্যতীত আর কোন্ কোন্ গ্যাস বায়ু হইতে সংগ্রহ করা হয়? ঐ গ্যাসগুলি কোন্ প্রয়োজনে ব্যবহৃত হয়?]

Ans. (a) **বায়ু হইতে নাইট্রোজেন**—উত্তপ্ত কপারের কুচির উপর দিয়া বায়ু প্রবাহিত করাইয়া অক্সিজেন শোষণ করাইলে নাইট্রোজেন পাওয়া যায়।

গ্যাস-ভাণ্ডার (gas-holder) হইতে বায়ুকে প্রথমে কস্টিক পটাস-পূর্ণ U-নলের মধ্য দিয়া এবং পরে গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড সহ ঝামা-পাথর (pumice stone) পূর্ণ বোতলের মধ্য দিয়া প্রবাহিত করান হয়। কস্টিক পটাসদ্বারা বায়ুর কার্বন ডাই-অক্সাইড এবং গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডদ্বারা জলীয় বাষ্প মুক্ত করিয়া এই বায়ু অতঃপর একটি চুল্লীর উপরে নলে স্থাপিত লোহিত-তপ্ত কপারের কুচির উপর দিয়া ধীরে ধীরে প্রবাহিত করান হয়। বায়ুর অক্সিজেন উত্তপ্ত কপারের সংস্পর্শে উহার

14 নং চিত্র—বায়ু হইতে নাইট্রোজেন প্রস্তুতি

সহিত সংযুক্ত হইয়া কপার অক্সাইড উৎপন্ন করে। $2Cu+O_2=2CuO$। বায়ুর অবশিষ্ট অংশ অর্থাৎ নাইট্রোজেন বাহির হইয়া আসে এবং উহা জলের উপর গ্যাস-জারে সংগ্রহ করা হয়।

[ফসফরাসের সাহায্যেও বায়ুর অক্সিজেন সরাইয়া নাইট্রোজেন পাওয়া যায়। 33নং প্রশ্নোত্তরের 'বেল-জার পরীক্ষা'-অংশ দেখ।]

তরল বায়ুর আংশিক পাতন দ্বারা—48 নং প্রশ্নোত্তর দেখ।

(b) বায়ু হইতে জলীয় বাষ্প, কার্বন ডাই-অক্সাইড ও অক্সিজেন অপসারিত করিয়া নাইট্রোজেন সংগ্রহ করা হয়। এই উপাদানগুলি ব্যতীত বায়ুতে আর্গন, হিলিয়াম, ক্রিপ্‌টন প্রভৃতি কয়েকটি নিষ্ক্রিয় গ্যাস আছে। এই নিষ্ক্রিয় গ্যাসগুলি অবশিষ্ট নাইট্রোজেনের সহিত মিশ্রিত থাকে। এইজন্য বায়ু হইতে প্রাপ্ত নাইট্রোজেন

বিশুদ্ধ নয়। যৌগিক পদার্থ হইতে প্রস্তুত করা নাইট্রোজেন অপেক্ষা এইজন্য ইহা সামান্য ভারী।

বায়ু হইতে প্রাপ্ত নাইট্রোজেনের ঘনত্ব = 1·2572 ; বিশুদ্ধ নাইট্রোজেনের ঘনত্ব = 1·2505

(c) নাইট্রোজেন ও অক্সিজেন ব্যতীত বায়ু হইতে নিষ্ক্রিয় গ্যাসগুলি, যথা নিয়ন, আর্গন, হিলিয়াম, ক্রিপটন, জীনন্ প্রভৃতি সংগ্রহ করা হয়। বায়ু হইতে প্রাপ্ত নাইট্রোজেন (যাহার সহিত এই গ্যাসগুলি মিশ্রিত আছে) উত্তপ্ত ম্যাগনেসিয়ামের উপর দিয়া বরাবর প্রবাহিত করান হয়। দেখা যায়, উত্তপ্ত ম্যাগনেসিয়াম সমস্ত গ্যাস শোষণ করিতে পারে না। এই অবশিষ্ট গ্যাস, যাহা ম্যাগনেসিয়াম কর্তৃক শোষিত হয় না, একটি সম্পূর্ণ নূতন প্রকৃতির গ্যাস এবং রাসায়নিক নিষ্ক্রিয়তার জন্য ইহার নাম দেওয়া হইল (Argon)। পরে তরল বায়ুর আংশিক পাতনের সাহায্যে অন্যান্য নিষ্ক্রিয় গ্যাসগুলি সংগ্রহ করা হইয়াছে।

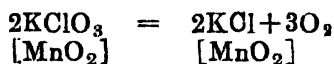
ব্যবহার—বাল্‌বে নিয়ন, আর্গন ইত্যাদি গ্যাস ব্যবহার করিয়া নানা রঙের আলো করা হয়। আর্গন দ্বারা ইলেকট্রিক বাল্‌ব ভর্তি করিলে ইহার কার্যকারিতা বৃদ্ধি পায়। হিলিয়াম বায়ু অপেক্ষা হাল্‌কা এবং দাহ্য পদার্থ নহে বলিয়া বিমান ও বেলুনে এই গ্যাস ভর্তি করা হয়।

Q. 40. Describe, with a sketch, the laboratory method of preparing oxygen from Potassium chlorate.

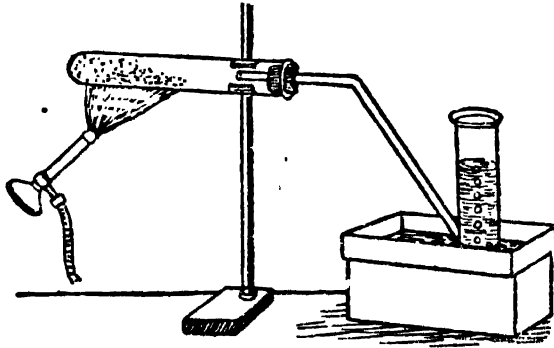
[H. S. 1961 ; '62 (comp.) ; '64 ; '66 (comp.) ; '68 ; '72]

[(a) পটাসিয়াম ক্লোরেট হইতে ল্যাবরেটরীতে কিরূপে অক্সিজেন প্রস্তুত করা হয় চিত্রসহ তাহা বর্ণনা কর।]

Ans. প্রস্তুতিঃ পটাসিয়াম ক্লোরেট হইতে—পটাসিয়াম ক্লোরেট ও ম্যাংগানিজ ডাই-অক্সাইডের মিশ্রণ উত্তপ্ত করিয়া ল্যাবরেটরীতে অক্সিজেন প্রস্তুত করা হয়।

$$\underset{[MnO_2]}{2KClO_3} = \underset{[MnO_2]}{2KCl + 3O_2}$$

ম্যাংগানিজ ডাই-অক্সাইড পটাসিয়াম ক্লোরেটের বিযোজন ত্বরান্বিত করে, কিন্তু বিক্রিয়া শেষে উহা ওজনে ও গঠনে অপরিবর্তিত থাকে। ম্যাংগানিজ ডাই-অক্সাইড অনুঘটকরূপে কাজ করে।

পদ্ধতি—একটি শক্ত কাচের মোটা টেস্ট-টিউবে পাঁচ ভাগ ওজনের পটাসিয়াম ক্লোরেট ও এক ভাগ ওজনের ম্যাংগানিজ ডাই-অক্সাইডের মিশ্রণ লওয়া হইল। টেস্ট-টিউবের মুখে কর্কের সাহায্যে বাঁকান নির্গম-নল লাগান হইল। টেস্ট-টিউবের মুখ একটু নীচু করিয়া স্ট্যাণ্ডের সহিত আটকাইয়া নির্গম-নলের অপর প্রান্ত একটি গ্যাস দ্রোণীর জলের মধ্যে ডুবাইয়া রাখা হইল।

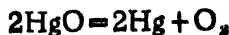
টেস্ট-টিউবটি বুনসেন বার্নারের সাহায্যে ধীরে ধীরে সমানভাবে উত্তপ্ত করা হইল। উত্তাপে পটাসিয়াম ক্লোরেট বিযোজিত হইয়া অক্সিজেন নির্গত হয় এবং নির্গম-

15 নং চিত্র—অক্সিজেন প্রস্তুতি

নলের শেষ প্রান্ত হইতে জলের মধ্যে বুদ্‌বুদের আকারে গ্যাস উঠিতে থাকে। কিছু গ্যাস বাহির হইয়া গেলে জলপূর্ণ গ্যাস-জার নির্গম নলের মুখের উপর উপুড় করিয়া ধরিয়া জল-অপসারণ দ্বারা গ্যাস-জারে অক্সিজেন সংগ্রহ করা হইল।

Q. 40. (a) When mercuric oxide is heated in a test tube a gas is generated. What is the name of the gas ? —H. S. 1968

Describe how oxygen is prepared from mercuric oxide and how it is collected.

Ans. মারকিউরিক অক্সাইডকে উত্তপ্ত করিলে তাপে বিযোজিত হইয়া মারকারি ও অক্সিজেন গ্যাস উৎপন্ন হয়।

$$2HgO = 2Hg + O_2$$

পদ্ধতি—একটি শক্ত কাচের মোটা টেস্ট-টিউবে লাল মারকিউরিক অক্সাইড লওয়া হইল। টেস্ট-টিউবের মুখে কর্কের সাহায্যে একটি বাঁকান নির্গম-নল লাগান হইল। টেস্ট-টিউবের মুখ একটু নীচু করিয়া একটি স্ট্যাণ্ডের সহিত আটকাইয়া নির্গম-নলের অপর প্রান্ত একটি গ্যাস-দ্রোণীর জলের মধ্যে ডুবাইয়া রাখা হইল। টেস্ট-টিউবটি সাবধানে উত্তপ্ত করিলে মারকিউরিক অক্সাইড বিযোজিত হইয়া অক্সিজেন নির্গত হয় এবং নির্গম-নলের শেষ প্রান্ত হইতে জলের মধ্যে বুদ্‌বুদাকারে গ্যাস বাহির হইতে থাকে। কিছু গ্যাস বাহির হইয়া গেলে জল-অপসারণ দ্বারা গ্যাস-জারে অক্সিজেন সংগ্রহ করা হইল।

Q. 41. (a) State the important properties of oxygen. (b) What are its uses ? [H. S. 1963 (Comp.)] **(c) How would you identify this gas ?**

[(a) অক্সিজেনের প্রধান ধর্মগুলি উল্লেখ কর। (b) অক্সিজেনের ব্যবহার কি কি ? (c) এই গ্যাসের অস্তিত্ব কিরূপে প্রমাণ করিবে ?]

Ans. (a) **অক্সিজেনের ধর্ম : ভৌত ধর্ম**—অক্সিজেন বর্ণহীন, গন্ধহীন গ্যাস, জলে অতি সামান্য পরিমাণে দ্রবণীয়।

রাসায়নিক ধর্ম—(i) অক্সিজেন নিজে দাহ্য নহে কিন্তু দহনের সহায়ক। একটি শিখাহীন জলন্ত শলাকা অক্সিজেন গ্যাসে দপ্ করিয়া জ্বলিয়া উঠে কিন্তু গ্যাস জ্বলে না।

(ii) অক্সিজেন সোজাসুজি অনেক ধাতব ও অধাতব মৌলিক পদার্থের সহিত যুক্ত হইয়া অক্সাইড নামক যৌগিক পদার্থ উৎপন্ন করে। উত্তপ্ত কার্বন, সালফার, ফসফরাস অক্সিজেনে প্রদীপ্ত শিখার সহিত জ্বলে এবং যথাক্রমে কার্বন ডাই-অক্সাইড, সালফার ডাই-অক্সাইড ও ফসফরাস পেণ্টক্সাইড নামক যৌগিক পদার্থ উৎপন্ন করে।

$C+O_2=CO_2$; $S+O_2=SO_2$; $4P+5O_2=2P_2O_5$ ।

এই অ-ধাতব অক্সাইডগুলি জলের সহিত অ্যাসিড উৎপন্ন করে বলিয়া উহাদের জলীয় দ্রবণ নীল লিটমাস লাল করিয়া দেয়। $CO_2+H_2O=H_2CO_3$ (কার্বনিক অ্যাসিড); $SO_2+H_2O=H_2SO_3$ (সালফিউরাস্ অ্যাসিড); $P_2O_5+3H_2O=2H_3PO_4$ (ফসফরিক অ্যাসিড)। উত্তপ্ত সোডিয়াম অক্সিজেনে

জলিয়া সোডিয়ামের অক্সাইড উৎপন্ন করে। এই অক্সাইড জলে দ্রবণীয়; জলীয় দ্রবণ লাল লিটমাস নীল করে। সুতরাং, অক্সাইডগুলি ক্ষারজাতীয়। $2Na+O_2=Na_2O_2$; $2Na_2O_2+2H_2O=4NaOH+O_2$। জলন্ত ম্যাগনেসিয়াম অক্সিজেনের মধ্যে অতি উজ্জ্বল শিখা সহ দ্রুত জলে এবং দহনের ফলে মৃদু ক্ষারধর্মী ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড উৎপন্ন হয়। $2Mg+O_2=2MgO$।

(iii) অনেক যৌগিক পদার্থের সহিত অক্সিজেন যুক্ত হয়। বর্ণহীন নাইট্রিক অক্সাইড গ্যাস অক্সিজেনের সংস্পর্শে লাল রঙের নাইট্রোজেন ডাই-অক্সাইড গ্যাসে পরিণত হয়। $2NO+O_2=2NO_2$। অনুঘটকের উপস্থিতিতে এবং উত্তপ্ত অবস্থায় অক্সিজেনের সহিত বিক্রিয়ায় সালফার ডাই-অক্সাইড সালফার ট্রাই-অক্সাইডে এবং অ্যামোনিয়া নাইট্রিক অক্সাইডে পরিণত হয়। $2SO_2+O_2=2SO_3$; $4NH_3+5O_2=4NO+6H_2O$।

(iv) পটাসিয়াম পাইরোগ্যালেটের ক্ষারীয় দ্রবণ ও অ্যামোনিয়া-যুক্ত কিউপ্রাস ক্লোরাইড দ্রবণদ্বারা অক্সিজেন শোষিত হয়।

অক্সিজেনের ব্যবহার (Uses of oxygen)—(i) প্রাণিজাতির জীবন-ধারণের জন্য, ডুবোজাহাজে, বিমান চালনায়, রোগীর শ্বাসকষ্টে, (ii) অক্সি-হাইড্রোজেন ও অক্সি-অ্যাসিটিলিন শিখা উৎপাদনের জন্য এবং (iii) সালফিউরিক অ্যাসিড ও নাট্রিক অ্যাসিড প্রস্তুতির জন্য অক্সিজেন ব্যবহৃত হয়।

অক্সিজেনের অস্তিত্বের প্রমাণ (Tests of oxygen)—(i) শিখাহীন জলন্ত শলাকা অক্সিজেনের মধ্যে দপ্ করিয়া জলিয়া উঠে। (2) বর্ণহীন নাইট্রিক অক্সাইড গ্যাস অক্সিজেনের সংস্পর্শে লাল রঙের নাইট্রোজেন ডাই-অক্সাইড গ্যাসে পরিণত হয়।

Q. 42. (a) Describe experiments to show the burning of charcoal, sulphur, phosphorus, sodium, magnesium and iron in oxygen. —cf. H. S. 1961, '68 (Comp.)

[(a) অক্সিজেনে কাঠকয়লা (কার্বন), সালফার, ফস্ফরাস, সোডিয়াম, ম্যাগনেসিয়াম ও আয়রনের দহন সম্পর্কিত পরীক্ষা বর্ণনা কর।]

(b) What is the action of water on each of the products of combustion ?

[(b) দহনের ফলে উৎপন্ন পদার্থগুলির প্রতিটির সহিত জলের ক্রিয়া কি ?]

(c) The word oxygen means "acid producer". Give two examples to show that the name as given to oxygen gas is justified and two other examples to show that the name is a misnomer. —H. S. Final, 1964

[অক্সিজেন শব্দের অর্থ "অ্যাসিড-উৎপাদক"। এই নামের যথার্থতা দুইটি উদাহরণের সাহায্যে দেখাও। আবার, এই নাম যে অসার্থক তাহাও দুইটি উদাহরণের সাহায্যে দেখাও।]

Ans. (a) (i) একটি উজ্জ্বলন-চামচে এক টুক্‌রা কাঠকয়লা (কার্বন) লইয়া বুনসেন শিখায় উত্তপ্ত করা হইল। জ্বলন্ত কাঠকয়লা সহ চামচটি একটি অক্সিজেন-পূর্ণ গ্যাস-জারে প্রবেশ করান হইলে কাঠকয়লাটি উজ্জ্বল শিখার সহিত জ্বলিয়া উঠে। কার্বন অক্সিজেনে দহনের ফলে কার্বন ডাই-অক্সাইড উৎপন্ন হয়। $C + O_2 = CO_2$।

(ii) একটি উজ্জ্বলন-চামচে কিছু গন্ধক চূর্ণ লইয়া বুনসেন শিখায় উত্তপ্ত করিয়া জ্বলন্ত গন্ধকচূর্ণ সহ চামচটি অক্সিজেন-পূর্ণ গ্যাস-জারে প্রবেশ করান হইল। গন্ধক নীলাভ শিখার সহিত উজ্জ্বলভাবে জ্বলিতে থাকে এবং তীব্র ঝাঁঝাল গন্ধ বিশিষ্ট সালফার ডাই-অক্সাইড গ্যাস উৎপন্ন হয়। $S + O_2 = SO_2$।

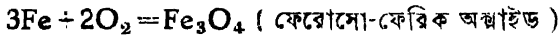
(iii) একটি উজ্জ্বলন-চামচে উত্তপ্ত ফস্‌ফরাস লইয়া অক্সিজেন-পূর্ণ গ্যাস জারে প্রবেশ করান হইল। ফসফরাস তীব্রভাবে জ্বলিয়া উঠে। জারটি ফস্‌ফরাস পেণ্টক্সাইডের ঘন সাদা ধোঁয়ায় ভরিয়া যায়। $4P + 5O_2 = 2P_2O_5$।

(iv) একটি উজ্জ্বলন-চামচে করিয়া এক টুক্‌রা উত্তপ্ত সোডিয়াম অক্সিজেন-পূর্ণ গ্যাস-জারে প্রবেশ করান হইল। সোডিয়াম সোনালী শিখা সহ উজ্জ্বলভাবে জ্বলিয়া উঠে এবং সোডিয়ামের অক্সাইড উৎপন্ন হয়। $4Na + O_2 = 2Na_2O$; $2Na + O_2 = Na_2O_2$।

(v) একটি জ্বলন্ত ম্যাগনেসিয়ামের ফিতা চিম্‌টার সাহায্যে ধরিয়া অক্সিজেন-পূর্ণ গ্যাস-জারে প্রবেশ করান হইল। সাদা আলোর তীব্র রশ্মি ছড়াইয়া ম্যাগনেসিয়াম

খুব উজ্জ্বলভাবে জ্বলিয়া উঠে। এই দহনের ফলে ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইডের সাদা ভস্ম উৎপন্ন হয়। $2Mg + O_2 = 2MgO$।

(vi) একটি অক্সিজেন-পূর্ণ গ্যাস জারের তলায় কিছু বালি রাখা হয়। একটি লোহার তারের মাথায় ছোট এক টুক্‌রা কাঠ লাগাইয়া কাঠের টুকরাটি বুনসেন বার্নারের সাহায্যে জ্বালান হয়। জ্বলন্ত কাঠের টুক্‌রা সহ লোহার তারটি অক্সিজেন-পূর্ণ গ্যাস-জারের মধ্যে প্রবেশ করাইলে লোহার তারটি জ্বলিতে থাকে এবং আয়রন অক্সাইডের উজ্জ্বল স্ফুলিঙ্গ চারিদিকে ছড়াইয়া পড়ে।

$$3Fe + 2O_2 = Fe_3O_4$$ (ফেরোসো-ফেরিক অক্সাইড)

এই পরীক্ষাগুলিতে কার্বন, সালফার, ফস্‌ফরাস, সোডিয়াম, ম্যাগনেসিয়াম, আয়রন এই মৌলগুলির প্রতিটির সহিত অক্সিজেন যুক্ত হইয়া উহাদের অক্সাইডে পরিণত হইয়াছে। সুতরাং ইহাদের প্রত্যেকটি জারিত হইয়াছে এবং এই রাসায়নিক ক্রিয়াগুলি জারণ ক্রিয়া। অক্সিজেন এখানে জারক দ্রব্য।

(b) **উৎপন্ন পদার্থগুলির উপর জলের ক্রিয়া** –

(i) নং পরীক্ষায় গাস জারে জল দিয়া নাড়িলে উৎপন্ন কার্বন ডাই-অক্সাইড জলে দ্রবীভূত হইয়া কার্বনিক অ্যাসিড নামক একটি মৃদু অ্যাসিড উৎপন্ন করে। ইহাতে নীল লিটমাস দ্রবণ মিশাইলে ঈষৎ লাল হয়। $CO_2 + H_2O = H_2CO_3$। কার্বন-ডাই-অক্সাইড আম্লিক অক্সাইড।

(ii) নং পরীক্ষায় গ্যাস-জারে জল মিশাইলে উৎপন্ন সালফার ডাই-অক্সাইড গ্যাস জলে দ্রবীভূত হয় এবং সালফিউরাস অ্যাসিড উৎপন্ন করে। এই দ্রবণ নীল লিটমাস লাল করে। $SO_2 + H_2O = H_2SO_3$। সালফার ডাই-অক্সাইড আম্লিক অক্সাইড।

(iii) নং পরীক্ষায় উৎপন্ন ফস্‌ফরাস পেণ্টক্সাইড ফুটন্ত জলে দ্রবীভূত হয় এবং ফস্‌ফরিক অ্যাসিড উৎপন্ন করে। এই দ্রবণ নীল লিটমাস দ্রবণ লাল করে। $P_2O_5 + 3H_2O = 2H_3PO_4$। P_2O_5 আম্লিক অক্সাইড।

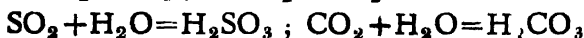
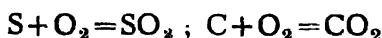
(iv) নং পরীক্ষায় উৎপন্ন সোডিয়ামের অক্সাইড জলে দ্রবীভূত হয় এবং সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড উৎপন্ন করে। ইহা লাল লিটমাস দ্রবণ নীল করে। সোডিয়ামের অক্সাইড ক্ষারধর্মী অক্সাইড।

$$Na_2O + H_2O = 2NaOH \; ; \; 2Na_2O_2 + 2H_2O = 4NaOH + O_2$$

(v) নং পরীক্ষায় উৎপন্ন ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড জলে সামান্য দ্রবণীয়। ইহা মৃদু ক্ষারধর্মী অক্সাইড। $MgO + H_2O = Mg(OH)_2$।

(vi) নং পরীক্ষায় উৎপন্ন ফেরোসো-ফেরিক অক্সাইড জলে অদ্রবণীয়।

(c) সালফার ও কার্বন অক্সিজেনে জ্বলিয়া যথাক্রমে সালফার ডাই-অক্সাইড ও কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্যাস উৎপন্ন হয়। ইহাদের পৃথকভাবে জলে দ্রবীভূত করিলে যে দ্রবণ দুইটি পাওয়া যায় তাহা নীল লিটমাস লাল করে অর্থাৎ অ্যাসিড উৎপন্ন হইয়াছে। দ্রবণে যথাক্রমে সালফিউরাস অ্যাসিড ও কার্বনিক অ্যাসিড উৎপন্ন হইয়াছে। সুতরাং 'অ্যাসিড উৎপাদক' নামটি যথার্থ।

$$S + O_2 = SO_2 ; \; C + O_2 = CO_2$$
$$SO_2 + H_2O = H_2SO_3 ; \; CO_2 + H_2O = H_2CO_3$$

কিন্তু সোডিয়াম ও ম্যাগনেসিয়াম অক্সিজেনে জ্বলিয়া যে পদার্থ উৎপন্ন করে তাহাদের জলীয় দ্রবণ ক্ষারধর্মী, অ্যাসিডধর্মী নহে। কারণ, উহারা লাল লিটমাস নীল করে। সমীকরণের জন্য 85—86 পৃষ্ঠা দেখ। সুতরাং ঐ নামটি সার্থক নহে।

Q. 43. What are oxides? Draw up a classification of oxides, mentioning the principles on which your classification is based. Give examples. —H. S. 1960 (Comp.), 1972

[অক্সাইড কাহাকে বলে? অক্সাইডগুলির শ্রেণীবিভাগ কিরূপে করিবে তাহা যুক্তি ও উপযুক্ত উদাহরণ সহ উল্লেখ কর।]

Ans. **অক্সাইড** (Oxides)—কোন মৌলিক পদার্থের সহিত অক্সিজেন সংযুক্ত হইয়া যে যৌগিক পদার্থ উৎপন্ন হয় তাহাকে **অক্সাইড** বলে।

অক্সাইডগুলির ভৌত অবস্থা কঠিন, তরল ও গ্যাসীয় হইতে পারে। যথা, কপার অক্সাইড (CuO), ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড (MgO), জিংক অক্সাইড (ZnO) ইত্যাদি কঠিন অক্সাইড; জল (H_2O) তরল অক্সাইড; কার্বন ডাই-অক্সাইড (CO_2), সালফার ডাই-অক্সাইড (SO_2), নাইট্রাস্ অক্সাইড (N_2O) ইত্যাদি গ্যাসীয় অক্সাইড।

শ্রেণী বিভাগ (Classification)—অক্সাইডগুলিকে নিম্নলিখিত শ্রেণীতে বিভক্ত করা হয়।

(i) **আম্লিক অক্সাইড** (Acidic oxide)—(H. S. 1961)—যে সকল অক্সাইড ক্ষারজাতীয় পদার্থের সহিত ক্রিয়া করিয়া লবণ ও জল উৎপন্ন করে, তাহাদিগকে আম্লিক অক্সাইড বলে। আম্লিক অক্সাইড জলে দ্রবণীয় হইলে জলের সহিত অ্যাসিড উৎপন্ন করে এবং নীল লিটমাস লাল করে।

সালফার ডাই-অক্সাইড সোডিয়াম হাইড্রক্সাইডের সহিত সোডিয়াম সালফাইট (লবণ) ও জল উৎপন্ন করে। $SO_2+2NaOH=Na_2SO_3+H_2O$। ইহা জলে দ্রবীভূত হইয়া সালফিউরাস অ্যাসিড উৎপন্ন করে। জলীয় দ্রবণ নীল লিটমাস লাল করে। $SO_2+H_2O=H_2SO_3$ (সালফিউরাস অ্যাসিড)। সুতরাং সালফার ডাই-অক্সাইড একটি আম্লিক অক্সাইড।

অনুরূপ কারণে, কার্বন ডাই-অক্সাইড (CO_2), সালফার ট্রাই-অক্সাইড (SO_3), ফস্‌ফরাস পেণ্টক্সাইড (P_2O_5), নাইট্রোজেন পেণ্টক্সাইড ইত্যাদি আম্লিক অক্সাইড।

(ii) **ক্ষারকীয় অক্সাইড** (Basic oxide)—(H. S. 1961)—যে সকল অক্সাইড অ্যাসিডের সহিত বিক্রিয়ায় লবণ ও জল উৎপন্ন করে তাহাদিগকে ক্ষারকীয় অক্সাইড বলে। ক্ষারকীয় অক্সাইড জলে দ্রবীভূত হইলে জলীয় দ্রবণ লাল লিটমাস নীল করে।

সোডিয়াম অক্সাইড জলে দ্রবীভূত হইয়া সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড উৎপন্ন করে—জলীয় দ্রবণ লাল লিটমাস নীল করে। $Na_2O+2H_2O=2NaOH+H_2O$। হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের সহিত বিক্রিয়ায় সোডিয়াম ক্লোরাইড (লবণ) ও জল উৎপন্ন করে। $Na_2O+2HCl=2NaCl+H_2O$। ইহা একটি ক্ষারকীয় অক্সাইড।

কপার অক্সাইড জলে অদ্রবণীয়। সালফিউরিক অ্যাসিডের সহিত ইহা কপার সালফেট (লবণ) ও জল উৎপন্ন করে। $CuO+H_2SO_4=CuSO_4+H_2O$; ইহাও একটি ক্ষারকীয় অক্সাইড।

সেইরূপ, পটাসিয়াম অক্সাইড (K_2O), ক্যালসিয়াম অক্সাইড (CaO), ফেরাস ও ফেরিক অক্সাইড (FeO and Fe_2O_5) ইত্যাদি ক্ষারকীয় অক্সাইড।

(iii) **উভধর্মী অক্সাইড** (Amphoteric oxide)—যে সকল অক্সাইড অ্যাসিড ও ক্ষারক উভয়ের সঙ্গেই বিক্রিয়া করিয়া লবণ ও জল উৎপন্ন করে (অর্থাৎ

যে সকল অক্সাইডের মধ্যে আম্লিক ও ক্ষারকীয় উভয় অক্সাইডের ধর্ম বর্তমান) তাহাদিগকে **উভধর্মী অক্সাইড** বলে।

জিংক অক্সাইড হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের সহিত জিংক ক্লোরাইড (লবণ) ও জল উৎপন্ন করে। $ZnO+2HCl=ZnCl_2+H_2O$। আবার, জিংক অক্সাইড সোডিয়াম হাইড্রক্সাইডের সহিত সোডিয়াম জিংকেট (লবণ) ও জল উৎপন্ন করে। $ZnO+2NaOH=Na_2ZnO_2+H_2O$। সুতরাং, ZnO একটি উভধর্মী অক্সাইড।

অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইড (Al_2O_3), স্ট্যানাস ও স্ট্যানিক অক্সাইড (SnO and SnO_2) ইত্যাদি উভধর্মী অক্সাইড।

(iv) **প্রশম অক্সাইড** (Neutral oxide)—যে সকল অক্সাইড অ্যাসিড বা ক্ষারের সহিত বিক্রিয়া করে না তাহাদিগকে **প্রশম অক্সাইড** বলে। যথা, H_2O (জল), কার্বন মনোক্সাইড (CO), নাইট্রাস্ অক্সাইড (N_2O), নাইট্রিক অক্সাইড (NO)।

(v) **পার-অক্সাইড** (Per-oxide)—যে সকল অক্সাইড লঘু অ্যাসিডের সহিত বিক্রিয়ায় হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড উৎপন্ন করে তাহাদিগকে **পার-অক্সাইড** বলে।

সোডিয়াম পার-অক্সাইড ও বেরিয়াম পার-অক্সাইড অ্যাসিডের সহিত বিক্রিয়ায় হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড উৎপন্ন করে। $Na_2O_2+2HCl=2NaCl+H_2O_2$। $BaO_2+H_2SO_4=BaSO_4+H_2O_2$। সুতরাং ইহারা পার-অক্সাইড।

(vi) **যুগ্ম-অক্সাইড** (Mixed oxide)—কতকগুলি অক্সাইডের সংকেত এইরূপ যে উহাদিগকে দুইটি বিভিন্ন অক্সাইডের মিশ্রণ মনে করা যাইতে পারে। ইহাদিগকে **যুগ্ম-অক্সাইড** বলে। যথা, ফেরোসো-ফেরিক অক্সাইড (Fe_3O_4)—ইহা FeO এবং Fe_2O_3 এই দুইটি ক্ষারকীয় অক্সাইড লইয়া গঠিত। ইহা হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের সহিত ফেরাস ক্লোরাইড ও ফেরিক ক্লোরাইড উৎপন্ন করে।

$$Fe_3O_4\ (FeO, Fe_2O_3)+8HCl=2FeCl_3+FeCl_2+4H_2O$$

রেড লেড Pb_3O_4 ($2PbO, PbO_2$) আরেকটি যুগ্ম অক্সাইড।

Q. 44. To which class each of the following oxides belong? Give, with equations, reasons for classification.

[নিম্নলিখিত প্রতিটি অক্সাইড কোন্ শ্রেণীর অন্তর্ভুক্ত যুক্তি ও সমীকরণ সহ বল।]

(a) Aluminium oxide, Sodium peroxide, Carbon dioxide, Nitrous oxide Calcium oxide.

(b) P_2O_5, CaO, ZnO, BaO_2 —H. S 1 66

Ans (a) **অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইড** (Al_2O_3)—ইহা জলে দ্রবণীয়। হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের সহিত ইহা অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইড (লবণ) ও জল উৎপন্ন করে। $Al_2O_3+6HCl=2AlCl_3+3H_2O$। এখানে অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইড ক্ষারকীয়। আবার, কষ্টিক সোডা দ্রবণের সহিত উত্তপ্ত করিলে সোডিয়াম অ্যালুমিনেট (লবণ) ও জল উৎপন্ন হয়। $Al_2O_3+2NaOH=2NaAlO_2+H_2O$। ·এখানে ইহা অ্যাসিডধর্মী। সুতরাং, অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইড একটি উভধর্মী অক্সাইড।

সোডিয়াম পার-অক্সাইড (Na_2O_2)—সোডিয়ামের সাধারণ অক্সাইড Na_2O অপেক্ষা ইহাতে অক্সিজেনের পরিমাণ বেশী। লঘু অ্যাসিডের সহিত ইহা হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড উৎপন্ন করে। $Na_2O_2+H_2SO_4=Na_2SO_4+H_2O_2$। সুতরাং, সোডিয়াম পার-অক্সাইড 'পার-অক্সাইড' শ্রেণীভুক্ত।

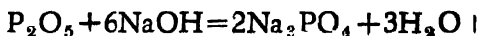
কার্বন ডাই-অক্সাইড (CO_2)—কার্বন ডাই-অক্সাইড জলে দ্রবীভূত হইয়া জলীয় দ্রবণ (কার্বনিক অ্যাসিড) উৎপন্ন করে—ইহা নীল লিটমাস লাল করে $CO_2+H_2O=H_2CO_3$। সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড (ক্ষার)-এর সহিত বিক্রিয়ায় সোডিয়াম কার্বনেট (লবণ) এবং জল উৎপন্ন হয়। $2NaOH+CO_2=Na_2CO_3+H_2O$। সুতরাং কার্বন ডাই-অক্সাইড একটি আম্লিক অক্সাইড।

নাইট্রাস্ অক্সাইড (N_2O)—নাইট্রাস অক্সাইড অ্যাসিড বা ক্ষারকের সহিত কোনরূপ ক্রিয়া করে না। সুতরাং, ইহা প্রশম অক্সাইড।

ক্যালসিয়াম অক্সাইড (CaO)—ইহা জলে দ্রবীভূত হইয়া ক্যালসিয়াম হাইড্রক্সাইড উৎপন্ন করে। জলীয় দ্রবণ লাল লিটমাস নীল করে। ইহা অ্যাসিডের সহিত লবণ ও জল উৎপন্ন করে। $CaO+2HCl=CaCl_2$ (ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড) $+H_2O$। সুতরাং, ক্যালসিয়াম অক্সাইড ক্ষারকীয় অক্সাইড।

(b) P_2O_5 : ইহা অ্যাসিডিক অক্সাইড। শীতল জলের সহিত মেটা-ফসফরিক

অ্যাসিড এবং ফুটন্ত জলের সহিত অর্থো-ফসফরিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়। $P_2O_5 + H_2O = 2HPO_3$; $P_2O_5 + 3H_2O = 2H_3PO_4$ । জলীয় দ্রবণ নীল লিটমাস লাল করে। উপযুক্ত পরিমাণ ক্ষারের সহিত ইহা লবণ ও জল উৎপন্ন করে।

$$P_2O_5 + 6NaOH = 2Na_3PO_4 + 3H_2O$$ ।

CaO : এই প্রশ্নোত্তরের (a) অংশ দেখ।

ZnO, BaO_2 : 43 নং প্রশ্নোত্তরের (iii) ও (v) অংশ দেখ।

Q. 45. (a) How would you identify whether a solid oxide is acidic, basic or amphoteric ?

[(a) একটি কঠিন অক্সাইড আম্লিক, ক্ষারক্ষীয় না উভধর্মী তাহা কিরূপে জানিবে ?]

(b) PbO_2 and MnO_2 contain more oxygen than their usual basic oxides viz. PbO and MnO respectively. Are they peroxides ? Give reasons.

[(b) লেড ডাই-অক্সাইড (PbO_2) ও ম্যাংগানিজ ডাই-অক্সাইড (MnO_2)—এই দুইটিতে উহাদের সাধারণ ক্ষারকীয় অক্সাইড (অর্থাৎ যথাক্রমে PbO ও MnO) অপেক্ষা বেশী অক্সিজেন আছে। উহারা পার-অক্সাইড শ্রেণীভুক্ত কিনা যুক্তি সহ বল।]

(c) State how oxygen may be converted into (a) an acidic oxide, (b) an alkaline oxide and (c) an insoluble basic oxide. Give reasons for classifying the oxides under the respective heads. —H. S. 1965

[(c) অক্সিজেনকে কিরূপে একটি অ্যাসিডীয় অক্সাইডে, একটি ক্ষারীয় অক্সাইডে এবং একটি অদ্রাব্য ক্ষারকীয় অক্সাইডে পরিণত করিবে ? অক্সাইডগুলির ঐরূপ শ্রেণীবিভাগের কারণ বর্ণনা কর।]

Ans. (a) একটি টেস্ট-টিউবে অক্সাইডটির সামান্য অংশ লইয়া জল দিয়া ভালরূপে নাড়িয়া দেওয়া হইল। জলে দ্রবীভূত হইলে জলীয় দ্রবণ লিটমাস কাগজের সাহায্যে পরীক্ষা করা হইল। নীল লিটমাস লাল হইলে অক্সাইডটি আম্লিক, লাল লিটমাস নীল হইলে অক্সাইডটি ক্ষারকীয়।

জলে অদ্রবণীয় হইলে, আরেক অংশ লইয়া লঘু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড মিশাইয়া প্রয়োজন হইলে উত্তপ্ত করা হইল। অ্যাসিডে দ্রবীভূত হইলে অক্সাইডটি ক্ষারকীয়।

জলে ও অ্যাসিডে অদ্রবণীয় হইলে সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড দ্রবণের সাহায্যে পরীক্ষা করা হইল। সোডিয়াম হাইড্রক্সাইডে দ্রবীভূত হইলে উহা আম্লিক অম্লাইড।

অক্সাইডটি জলে অদ্রবণীয় কিন্তু অ্যাসিড ও ক্ষারকে দ্রবণীয় হইলে উহা উভধর্মী।

(b) PbO_2 এবং MnO_2—এই দুইটি অক্সাইডে উহাদের সাধারণ ক্ষারকীয় অক্সাইড অপেক্ষা অতিরিক্ত অক্সিজেন আছে। কিন্তু উহাদের কোনটিই লঘু অ্যাসিডের সহিত হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড উৎপন্ন করে না। সুতরাং, উহারা পার-অক্সাইড শ্রেণীর নহে।

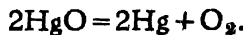
(c) 42 নং প্রশ্নোত্তর দেখ। অ্যাসিডীয় অক্সাইড প্রস্তুতির জন্য CO_2 বা SO_2, ক্ষারীয় অক্সাইডের জন্য সোডিয়াম অক্সাইড এবং অদ্রাব্য ক্ষারকীয় অক্সাইডের জন্য Fe_3O_4-এর উৎপন্নের পরীক্ষা দেখ। কারণের জন্য 43 নং প্রশ্নোত্তর দেখ।

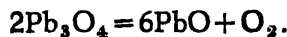
Q. 46. Describe, with short notes and equations, the effect of heat on the following substances—

[নিম্নলিখিত পদার্থগুলির উপর তাপের প্রভাব সংক্ষিপ্ত টীকা ও সমীকরণ সহ বর্ণনা কর।]

Mercuric oxide [H. S. 1967 (Comp.)] Red lead, Potassium permanganate, Potassium or Sodium nitrate (H. S. 1971) Lead nitrate [H. S. 1971, '71 (Comp.) ,

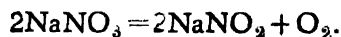
Ans (i) **মারকিউরিক অক্সাইড** (HgO)—মারকিউরিক অক্সাইড তাপে বিয়োজিত হইয়া ধাতব মারকারিতে পরিণত হয় এবং অক্সিজেন গ্যাস নির্গত হয়।

$$2HgO = 2Hg + O_2.$$

(ii) **রেড লেড** (Pb_3O_4)—রেড লেড তাপে বিয়োজিত হইয়া হলুদ বর্ণের লেড মনোক্সাইডে পরিণত হয় এবং অক্সিজেন গ্যাস নির্গত হয়।

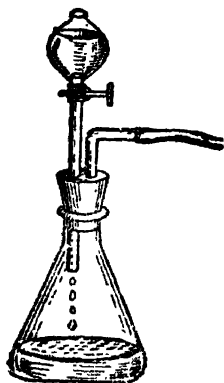
$$2Pb_3O_4 = 6PbO + O_2.$$

(iii) **পটাসিয়াম পারম্যাংগানেট** ($KMnO_4$)—তাপে বিয়োজিত হইয়া পটাসিয়াম ম্যাংগানেট, ম্যাংগানিজ ডাই-অক্সাইড ও অক্সিজেন উৎপন্ন হয়।

$$2KMnO_4 = K_2MnO_4 + MnO_2 + O_2.$$

(iv) **পটাসিয়াম বা সোডিয়াম নাইট্রেট** (KNO_3 or $NaNO_3$)—উত্তাপে বিযোজিত হইয়া পটাসিয়াম বা সোডিয়াম নাইট্রাইট উৎপন্ন হয় এবং অক্সিজেন নির্গত হয়। $2KNO_3 = 2KNO_2 + O_2$

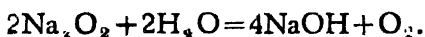
$$2NaNO_3 = 2NaNO_2 + O_2.$$

(v) **লেড নাইট্রেট** [$Pb(NO_3)_2$]—তাপে লেড নাইট্রেট বিযোজিত হইয়া হলুদ লেড মনোক্সাইডে পরিণত হয়। গাঢ় বাদামী বর্ণের নাইট্রোজেন ডাই-অক্সাইড গ্যাস এবং উহার সহিত অক্সিজেন গ্যাস নির্গত হয়।

$$2Pb(NO_3)_2 = 2PbO + 4NO_2 + O_2.$$

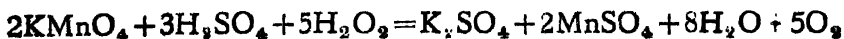
Q. 47. How would you obtain oxygen in the laboratory without the application of heat (or at ordinary temperature) ?

[বিনা উত্তাপে (বা সাধারণ তাপমাত্রায়) ল্যাবরেটরীতে কিরূপে অক্সিজেন গ্যাস প্রস্তুত করিবে ?]

16 নং চিত্র—বিনা তাপে অক্সিজেন প্রস্তুতি

Ans. (i) সাধারণ তাপমাত্রায় সোডিয়াম পার-অক্সাইড ও জলের বিক্রিয়ায় অক্সিজেন উৎপন্ন হয়।

$$2Na_2O_2 + 2H_2O = 4NaOH + O_2.$$

বিন্দুপাতী-ফানেল (dropping funnel) ও নির্গম-নলযুক্ত একটি কনিক্যাল্ ফ্লাস্ক (conical flask)-এ সোডিয়াম পার-অক্সাইড লওয়া হইল। বিন্দুপাতী-ফানেল হইতে ধীরে ধীরে জল ঢালিলে রাসায়নিক বিক্রিয়ায় সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড ও অক্সিজেন উৎপন্ন হয়। নির্গত অক্সিজেন জল-অপসারণ দ্বারা গ্যাস-জারে সংগ্রহ করা হয়।

(ii) হাইড্রোজেন পার অক্সাইড ও লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড মিশ্রিত পটাসিয়াম পার-ম্যাংগানেট দ্রবণ মিশ্রিত করিলে অক্সিজেন গ্যাস উৎপন্ন হয়।

$$2KMnO_4 + 3H_2SO_4 + 5H_2O_2 = K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 8H_2O + 5O_2$$

(i) নং পরীক্ষার ন্যায় কনিক্যাল্ ফ্লাস্কে সালফিউরিক অ্যাসিড মিশ্রিত পটাসিয়াম পার-ম্যাংগানেট দ্রবণ লইয়া বিন্দুপাতী-ফানেল হইতে হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড

মিশান হয়। বিক্রিয়ার ফলে গোলাপী পারম্যাংগানেট দ্রবণ বর্ণহীন হয় এবং অক্সিজেন গ্যাস নির্গত হয়। জল-অপসারণ দ্বারা অক্সিজেন সংগ্রহ করা হয়।

Q 48. Describe, without entering into details, the commercial preparation (or manufacture) of oxygen, and nitrogen from air.

—H. S. 1962 (Comp.), 1964, '64 (Comp), '66

[বায়ু হইতে অক্সিজেন ও নাইট্রোজেন প্রস্তুতির শিল্প পদ্ধতি বর্ণনা কর। পদ্ধতির সবিশেষ বর্ণনার প্রয়োজন নাই।]

Ans. বায়ু প্রধানতঃ নাইট্রোজেন ও অক্সিজেনের সাধারণ মিশ্রণ। শীতল-অবস্থায় চাপ প্রয়োগে বায়ুকে তরল করা হয় এবং তরল বায়ুর আংশিক পাতন দ্বারা নাইট্রোজেন হইতে অক্সিজেন পৃথক করা হয়। ইহাই এই পদ্ধতির নীতি।

অনার্দ্র ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড এবং কলিচুনের মধ্য দিয়া প্রবাহিত করিয়া বায়ুকে যথাক্রমে জলীয় বাষ্প ও কার্বন ডাই-অক্সাইডমুক্ত করা হয়। একটি পাম্পের সাহায্যে চাপ প্রয়োগ করিয়া এই বায়ুকে কতকগুলি সরু নলে প্রবেশ করান হয়। চাপ প্রয়োগের ফলে যে তাপ উৎপন্ন হয় তাহা দূর করিবার জন্য সরু নলগুলি শীতল জলে ডুবানো থাকে। এই উচ্চ চাপ-যুক্ত বায়ু আবরক-যুক্ত নল কুণ্ডলী (jacketted spiral tube)-এর মধ্য দিয়া প্রবাহিত করাইয়া একটি সরু মুখ দিয়া অন্য আরেকটি প্রকোষ্ঠে প্রবেশ করান হয়। ইহাতে বায়ুর চাপ সহসা হ্রাস পায় এবং এই আকস্মিক চাপ-হ্রাসের জন্য বায়ুর তাপমাত্রা হ্রাস প্রাপ্ত হয় (জুল-টমসন্ প্রক্রিয়া)। এই শীতল বায়ুকে পুনরায় উচ্চ চাপ হইতে নিম্ন চাপে প্রসারিত করা হয়। এই প্রক্রিয়াটি পুনঃ পুনঃ করিলে বায়ুর তাপমাত্রা ক্রমশঃই কমিতে থাকে। অবশেষে বায়ু এতই শীতল হয় যে উহা তরলে পরিণত হইয়া প্রকোষ্ঠে জমা হয়।

তরল বায়ুতে তরল অক্সিজেন ও তরল নাইট্রোজেন মিশ্রিত থাকে। তরল নাইট্রোজেনের স্ফুটনাঙ্ক —196°C এবং তরল অক্সিজেনের স্ফুটনাঙ্ক —183°C। সুতরাং নাইট্রোজেন অক্সিজেন অপেক্ষা বেশী উদ্বায়ী। তরল বায়ুকে আংশিক পাতন নলের সাহায্যে আংশিকভাবে পাতিত করিলে প্রথমে নাইট্রোজেন গ্যাস বাষ্পীভূত হয় এবং অবশিষ্ট পদার্থের মধ্যে অক্সিজেনের পরিমাণ বৃদ্ধি পায়। এইরূপে আংশিক পাতন-

প্রণালী পুনঃ পুনঃ প্রয়োগ করিয়া প্রায় বিশুদ্ধ অক্সিজেন পাওয়া যায়। তরল অক্সিজেন ষ্টীল-সিলিণ্ডারে চাপে ভর্তি করিয়া রাখা হয়।

Additional Questions with Hints on Answers

CHAPTER III

1. How would you obtain a sample of nitrogen from air ? Is the gas you prepare perfectly pure nitrogen ? Give reasons for your answer.

[Ans. 39 (a) ও (b) নং প্রশ্নোত্তর দেখ।]

2. Describe one experiment in each case to prove that—

(i) air contains nitrogen. (ii) it is a mixture and not a compound of oxygen and nitrogen, and (iii) oxygen and nitrogen are present in air in the ratio of approximately 1 : 4 by volume. —H. S. 1961

Ans. (i) 33 নং প্রশ্নোত্তর দেখ। (ii) 37 নং প্রশ্নোত্তরের (b) নং অংশ দেখ। (iii) 34 নং প্রশ্নোত্তর দেখ।]

3. Describe how you would obtain nitrogen from (a) atmosphere, and from (b) chemical sources. Comment on the differences you would expect to fiind in samples of the gas prepared from these two sources.

[Ans. 39 (a) ও (b) নং প্রশ্নোত্তর দেখ।]

4. Describe the preparation of nitrogen on a technical scale.—H. S. 1964 (Comp.) [Ans. 48 নং প্রশ্নোত্তর দেখ।]

5. Under what conditions and with what results does nitrogen combine with (i) hydrogen, (ii) oxygen, (iii) magnesium. (iv) calcium carbide ? Describe the action of water on the product formed in (iii) and (iv).—H. S. 1968

[Ans. 38 নং প্রশ্নোত্তর দেখ।]

6. How would you prepare magnesium oxide from magnesium ? Give experimental details. [Hints. 35 নং প্রশ্নোত্তর দেখ।]

7. Justify the statement—"Air is a mixture of nitrogen and oxygen."

[Ans. 37 নং প্রশ্নোত্তর দেখ।]

8. When mercuric oxide is strongly heated in a hard glass tube a gas is evolved. What is the name of the gas ? Describe the laboratory method of preparation of the gas from potassium chlorate and explain why it is mixed with manganese dioxide. Describe four experiments to demonstrate that the gas supports combustion and acts as an oxidising agent in each case. Give equations. —H.S. 1968

[Ans. 40, 41 (a) এবং 42 নং প্রশ্নোত্তর দেখ।]

9. Oxygen is said to be a very active element. Describe experiments to show this. [Ans. 42 (a) নং প্রশ্নোত্তর দেখ।]

10. What happens when each of the following oxides is added to water ? What is the action of litmus solution on each of the products so obtained ?

Sulphur dioxide, phosphorus pentoxide. [H. S. 1968], magnesium oxide, sodium peroxide [H. S. 1963], iron oxide. [Q. 42 (b) প্রশ্নোত্তর দেখ ।]

11. BaO_2 is called barium peroxide. but MnO_2 is called manganese dioxide : why ? —H. S. 1962

[BaO_2 লঘু অ্যাসিডের (HCl বা H_2SO_4) সহিত বিক্রিয়ায় হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড উৎপন্ন করে। সুতরাং ইহা একটি পার-অক্সাইড। $BaO_2 + H_2SO_4 = BaSO_4 + H_2O_2$ । MnO_2 লঘু অ্যাসিডের সহিত হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড উৎপন্ন করে না। সুতরাং ইহা পার-অক্সাইড নহে, ইহাকে ম্যাঙ্গানিজ ডাই-অক্সাইড বলে।]

12. Give the names of (a) two oxides and (b) two other compounds which on heating alone will give off oxygen. Give equations. [Ans. 46 নং প্রশ্নোত্তর দেখ ।]

13. Give examples of three substances which yield oxygen when heated, either alone or after mixing with other substances. —H. S. 1965

[Ans. মারকিউরিক অক্সাইড, পটাসিয়াম ক্লোরেট, পটাসিয়াম নাইট্রেট, লেড নাইট্রেট]

CHAPTER IV

Hydrogen and Water

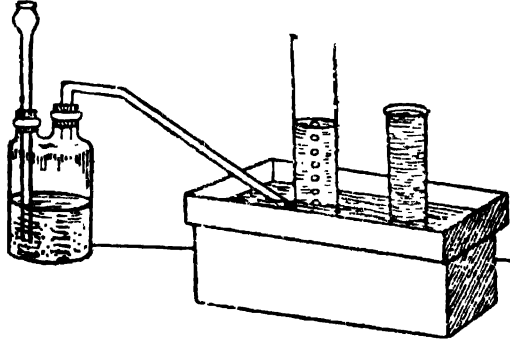
[হাইড্রোজেন ও জল]

Q. 49. (a) How is hydrogen prepared in the laboratory? Mention the precautions taken during its preparation and collection. [H. S. 1964, '66, '68] **(b) How is this hydrogen purified ?**

[(a) ল্যাবরেটরীতে কিরূপে হাইড্রোজেন গ্যাস প্রস্তুত করা হয় ? ইহার প্রস্তুতি ও সংগ্রহের সময় কি কি সতর্কতা অবলম্বন করা হয় তাহা উল্লেখ কর। (b) কিরূপে এই হাইড্রোজেন বিশুদ্ধ করা হয় ?]

Ans. (a) **প্রস্তুতি :** সাধারণ তাপমাত্রায় দস্তার ছিবড়া বা গ্র্যানুলেটেড জিংক-এর সহিত লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড মিশাইয়া ল্যাবরেটরীতে হাইড্রোজেন গ্যাস প্রস্তুত করা হয়। $Zn + H_2SO_4 = ZnSO_4 + H_2$ ।

একটি উল্ফ বোতলে কিছু দস্তার ছিবড়া লইয়া উহার এক মুখে একটি দীর্ঘ-নাল ফানেল ও অপর মুখে একটি বাঁকান নির্গম-নল কর্কের সাহায্যে লাগান হয়। দীর্ঘ-নাল ফানেলের শেষ প্রান্ত যেন বোতলের প্রায় তলা পর্যন্ত পৌঁছায় এবং নির্গম-নলের গোড়ার দিক কর্কের একটু নীচে পর্যন্ত যায়। ফানেল দিয়া খানিকটা জল ঢালিয়া জিংকের ছিবড়াগুলি ঠিক ডুবাইয়া রাখা হয়। দীর্ঘ-নাল ফানেলের প্রান্তটি যেন জলে ডুবান থাকে। হাইড্রোজেন ও বায়ুর মিশ্রণ অগ্নিসংযোগে বিস্ফোরণ ঘটায়। সেইজন্য যন্ত্রটি সম্পূর্ণ বায়ুরোধী (air-tight) হওয়া প্রয়োজন। ইহা সঠিক জানিবার জন্য নির্গম-নলের বাহির প্রান্ত হইতে মুখ দিয়া ফুঁ দিয় খানিকটা জল নলে তুলিয়া নির্গম নলের প্রান্তটি অঙ্গুলি দ্বারা চাপিয়া ধরা হয়। নলের মধ্যে জল স্থিরভাবে দাঁড়াইয়া থাকিলে বুঝা যায় যে, ব্যবস্থাটি সম্পূর্ণ বায়ুরোধী হইয়াছে। নির্গম-নলের শেষ প্রান্ত গ্যাস-দ্রোণীর জলের নীচে রাখা হয়। দীর্ঘ-নাল ফানেলের ভিতর দিয়া লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড অল্প অল্প করিয়া উল্ফ বোতলে ঢালা হয়। সালফিউরিক অ্যাসিড জিংকের সংস্পর্শে আসিলেই হাইড্রোজেন

গ্যাস উৎপন্ন হয় এবং বোতলের বায়ুর সহিত মিশ্রিত হইয়া নির্গম-নল দিয়া বাহির হইতে থাকে। বায়ু সম্পূর্ণ বাহির হইয়া গেলে একটি গ্যাস-জার জলে সম্পূর্ণ ভর্তি করিয়া নির্গম-নলের মুখের উপর উপুড় করিয়া ধরা হয়। জল-অপসারণদ্বারা

17 নং চিত্র—হাইড্রোজেন প্রস্তুতি

হাইড্রোজেন গ্যাস-জারে সঞ্চিত করা হয়। বায়ু সম্পূর্ণ বাহির হইয়াছে কিনা জানিবার জন্য একটি জলপূর্ণ টেস্ট-টিউব নির্গম-নলের মুখের উপর ধরিয়া গ্যাস সংগ্রহ করিয়া উহা বুনসেনের শিখার নিকট ধরা হয়। গ্যাস নিঃশব্দে জ্বলিলে বুঝা যায় যে বোতলের মধ্যের বায়ু সম্পূর্ণ বাহির হইয়া গিয়াছে।

সতর্কতা (Precautions)—হাইড্রোজেনের প্রস্তুতি ও সংগ্রহকালে নিম্নলিখিত সতর্কতা অবলম্বন করা প্রয়োজন।

(1) দীর্ঘ-নাল ফানেলের শেষ প্রান্ত সর্বদা জলের নীচে ডুবান থাকিবে। (2) যন্ত্র সম্পূর্ণ বায়ু-রোধী করিতে হইবে। (3) গ্যাস সংগ্রহ করিবার পূর্বে উল্ফ বোতলের সমস্ত বায়ু বাহির করিয়া দিতে হইবে। (4) সংগ্রহের জন্য জলপূর্ণ গ্যাস-জারে বায়ু থাকিবে না। (5) কাছাকাছি কোন অগ্নিশিখা থাকিবে না।

(b) **বিশুদ্ধিকরণ** (Purification)—জিংক ও সালফিউরিক অ্যাসিড হইতে উৎপন্ন হাইড্রোজেনে অনেক পদার্থ মিশ্রিত থাকে; যথা, হাইড্রোজেন সালফাইড (H_2S), ফস্‌ফিন্ (PH_3), আর্‌সিন্ (AsH_3), সালফার ডাই-অক্সাইড (SO_2), নাইট্রোজেনের বিভিন্ন অক্সাইড, কার্বন ডাই-অক্সাইড, জলীয় বাষ্প ও নাইট্রোজেন।

অবিশুদ্ধ হাইড্রোজেন ক্রমান্বয়ে কতকগুলি U-নলের মধ্য দিয়া পরিচালিত করা হয়। U-নলগুলি যথাক্রমে লেড নাইট্রেট দ্রবণ, সিলভার সালফেট দ্রবণ, কঠিন কষ্টিক পটাস ও ফস্‌ফরাস পেণ্টক্সাইডে পূর্ণ থাকে। অবিশুদ্ধ হাইড্রোজেন ঐ নলগুলি অতিক্রম করিবার সময়ে লেড নাইট্রেট দ্রবণে হাইড্রোজেন সালফাইড, সিলভার সালফেট দ্রবণে ফস্‌ফিন্‌ ও আর্‌সিন্‌, কঠিন কষ্টিক পটাসে অ্যাসিডধর্মী সালফার ডাই-অক্সাইড নাইট্রোজেনের অক্সাইড ও কার্বন ডাই-অক্সাইড এবং ফস্‌ফরাস পেণ্টক্সাইডে জলীয় বাষ্প শোষিত হয়। সর্বশেষে মিশ্রিত নাইট্রোজেনকে মুক্ত করিবার জন্য হাইড্রোজেনকে প্যালেডিয়াম পাতযুক্ত বায়ুশূন্য বাল্‌বের মধ্য দিয়া প্রবাহিত করানো হয়। প্যালেডিয়াম কেবল হাইড্রোজেন শোষণ করে; অশোষিত নাইট্রোজেনকে পাম্প করিয়া বাহির করা হয়। প্যালেডিয়াম পাতসহ বাল্‌বটি উত্তপ্ত করিলে বিশুদ্ধ হাইড্রোজেন নির্গত হয় এবং উহা শুষ্ক পারদের অপসারণ দ্বারা সংগ্রহ করা হয়।

Q. 50. State the important properties of hydrogen. What are the uses of hydrogen ? [H. S. 1966 (comp.)]

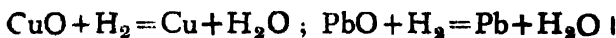
[হাইড্রোজেনের প্রধান ধর্মগুলি বর্ণনা কর। হাইড্রোজেনের কি কি ব্যবহার ?]

হাইড্রোজেনের ধর্ম ঃ ভৌত—বিশুদ্ধ হাইড্রোজেন বর্ণহীন, গন্ধহীন গ্যাস, জলে অদ্রবণীয়। ইহা সর্বাপেক্ষা হাল্‌কা পদার্থ।

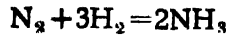
রাসায়নিক ধর্ম—(i) হাইড্রোজেন দাহ্য কিন্তু দহনের সহায়ক নহে। হাইড্রোজেন এবং অক্সিজেন নীলাভ শিখার সহিত জ্বলে এবং জল উৎপন্ন করে।

$$2H_2 + O_2 = 2H_2O$$

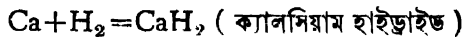
(ii) অক্সিজেনের প্রতি আসক্তি খুব বেশী বলিয়া ইহা অনেক ধাতুর অক্সাইড হইতে অক্সিজেন অপসারিত করিয়া বিজারকের কার্য করে। উত্তপ্ত কপার অক্সাইড ও লেড অক্সাইডের উপর দিয়া হাইড্রোজেন গ্যাস পরিচালিত করিলে উহারা যথাক্রমে ধাতব কপার ও লেড-এ বিজারিত হয় এবং জল উৎপন্ন হয়।

$$CuO + H_2 = Cu + H_2O \; ; \; PbO + H_2 = Pb + H_2O$$

(ii) উপযুক্ত অবস্থায় হাইড্রোজেন অনেক অধাতুর সহিত সরাসরি সংযুক্ত হয়। হাইড্রোজেন ও ক্লোরিনের মিশ্রণ আলোতে রাখিলে হাইড্রোজেন ক্লোরাইড উৎপন্ন

হয়। $H_2+Cl_2=2HCl$। দুই শত গুণ বায়ু-চাপে এবং 550°C তাপমাত্রায় হাইড্রোজেন ও নাইট্রোজেন অ্যামোনিয়া গ্যাস উৎপন্ন করে।

$$N_2+3H_2=2NH_3$$

তড়িৎ-স্ফুলিংগের সাহায্যে কার্বনের সহিত যুক্ত হইয়া হাইড্রোজেন অ্যাসিটিলিন উৎপন্ন করে। $H_2+2C=C_2H_2$.

(iv) সোডিয়াম ও ক্যালসিয়াম ধাতুর সহিত যুক্ত হইয়া ইহা ধাতব হাইড্রাইড উৎপন্ন করে। $2Na+H_2=2NaH$ (সোডিয়াম হাইড্রাইড);

$Ca+H_2=CaH_2$ (ক্যালসিয়াম হাইড্রাইড)

(v) কতকগুলি ধাতু যথা, আয়রন, প্লাটিনাম এবং বিশেষতঃ প্যালেডিয়াম, হাইড্রোজেন গ্যাসকে শোষণ করে। শোষিত হাইড্রোজেন কঠিন ধাতুতে দ্রবীভূত হইয়া থাকে এবং উত্তপ্ত করিলে ধাতু হইতে পুনরায় হাইড্রোজেন গ্যাস নির্গত হয়। এই ঘটনাকে অন্তর্ধৃতি (occlusion) বলে।

(vi) জায়মান অর্থাৎ সদ্যোজাত হাইড্রোজেন (nascent hydrogen) সাধারণ হাইড্রোজেন অপেক্ষা অধিকতর সক্রিয়। ফেরিক ক্লোরাইড দ্রবণে হাইড্রোজেন গ্যাস পরিচালিত করিলে কোন পরিবর্তন হয় না। কিন্তু উহাতে জিংক ও সালফিউরিক অ্যাসিড মিশাইলে উৎপন্ন হাইড্রোজেন জায়মান অবস্থায় ফেরিক ক্লোরাইডকে ফেরাস ক্লোরাইডে বিজারিত করে। $FeCl_3+[H]=FeCl_2+HCl$.

হাইড্রোজেনের ব্যবহার—হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড, অ্যামোনিয়া, মিথাইল অ্যালকোহল, কৃত্রিম পেট্রল উৎপাদনের জন্য; তৈল ও স্নেহজাতীয় পদার্থকে কঠিন করিবার (hardening) জন্য; অক্সি-হাইড্রোজেন শিখা উৎপাদনের জন্য; লঘুতম পদার্থ বলিয়া উড়োজাহাজ ও বেলুন পূর্ণ করিবার জন্য হাইড্রোজেন ব্যবহৃত হয়।

Q. 51. Describe experiments to show that—

(i) hydrogen is lighter than air.

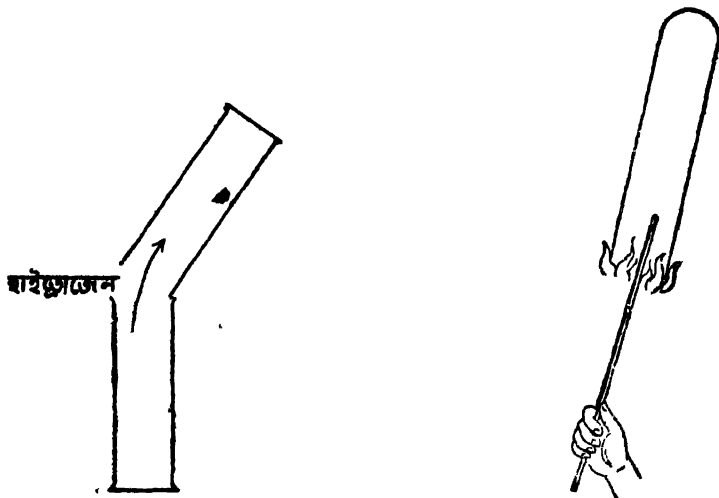
(ii) water is formed when hydrogen is burnt in air.

[H. S. 1968 (comp.) ; '69 (Comp)]

(iii) hydrogen is a recuding agent and water is produced when hydrogen reduces an oxide. [H. S. 1964 ; 1968 (comp)]

[পরীক্ষার সাহায্যে দেখাও (i) হাইড্রোজেন বায়ু অপেক্ষা হাল্কা, (ii) বায়ুতে

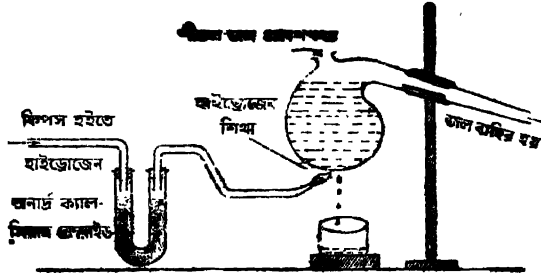
হাইড্রোজেন জলিলে জল উৎপন্ন হয়। (iii) হাইড্রোজেন একটি বিজারক দ্রব্য এবং ইহা কোন অক্সাইডকে বিজারিত করিলে জল উৎপন্ন হয়।]

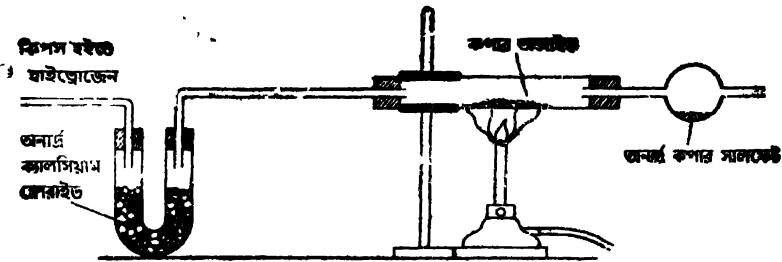
Ans. (i) **পরীক্ষা**—একটি খালি গ্যাস-জার (অর্থাৎ বায়ুপূর্ণ) উপুড় করিয়া একটি হাইড্রোজেন-পূর্ণ গ্যাস-জারের মুখে বসাইয়া উহার ঢাকনি সরান হইল। কিছুক্ষণ পরে উপরের গ্যাস-জারটি তুলিয়া নিম্নমুখ করিয়া উহাতে একটি জলন্ত কাঠি প্রবেশ করান হইল। উপরের গ্যাস-জারের মুখে ঈষৎ নীল শিখার সহিত জলে কিন্তু কাঠিটি

18 নং চিত্র—হাইড্রোজেন বায়ু অপেক্ষা হাল্‌কা

19 নং চিত্র—হাইড্রোজেন গ্যাসদাহ্য

নিভিয়া যায়। সুতরাং নীচের গ্যাস-জারের হাইড্রোজেন উপরের গ্যাস-জারে চলিয়া গিয়াছে। নীচের গ্যাস-জারে জলন্ত কাঠি প্রবেশ করাইলে কাঠিটি জলিতে থাকে, গ্যাস জলে না। সুতরাং, উহাতে হাইড্রোজেন নাই। উপরের গ্যাস-জারের বায়ু ইহার মধ্যে আসিয়াছে ; অতএব, হাইড্রোজেন বায়ু অপেক্ষা হাল্‌কা।

(ii) **পরীক্ষা**—কিপ্‌স-যন্ত্র হইতে উৎপন্ন হাইড্রোজেন একটি অনার্দ্র ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড-পূর্ণ U-নলের মধ্য দিয়া প্রবাহিত করান হয়। ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড হাইড্রোজেনের সহিত মিশ্রিত জলীয় বাষ্প শোষণ করিয়া গ্যাসকে শুষ্ক করে। এই বিশুষ্ক হাইড্রোজেন U-নলের সহিত যুক্ত একটি সরু নলের মুখ দিয়া

বাহির হয়। সরু নলের মুখে অগ্নিসংযোগ করিলে হাইড্রোজেন ঈষৎ নীল শিখায় সহিত জ্বলিতে থাকে এবং বায়ুর অক্সিজেনের সহিত বিক্রিয়া করে। জ্বলন্ত শিখার উপর একটি বকযন্ত্র রাখিয়া উহার মধ্য দিয়া শীতল জল প্রবাহিত করানো হয়। ঠাণ্ডা বকযন্ত্রের সংস্পর্শে উহার গা হইতে ফোঁটা ফোঁটা বর্ণহীন তরল পদার্থ বকযন্ত্রের

20 নং চিত্র—বায়ুতে হাইড্রোজেন জ্বলিয়া জল উৎপাদন করে

নীচে একটি বীকারে জমা হয়। এই তরল পদার্থ সাদা অনার্দ্র কপার সালফেটকে নীল করে। সুতরাং, এই তরল পদার্থ জল এবং হাইড্রোজেন বায়ুতে জ্বলিবার ফলে ইহা উৎপন্ন হইয়াছে।

21 নং চিত্র—হাইড্রোজেনের বিজারণ ক্রিয়া

(iii) **পরীক্ষা**—কিপ্স-যন্ত্র হইতে হাইড্রোজেন অনার্দ্র ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড-পূর্ণ U-নলের মধ্য দিয়া পরিচালিত করিয়া বিশুদ্ধ করা হয়। এই বিশুদ্ধ হাইড্রোজেন শক্ত কাচের মোটা নলে রক্ষিত কালো কপার অক্সাইডের উপর দিয়া প্রবাহিত করানো হয়। এই মোটা নলের অপর প্রান্তে একটি বাল্‌বযুক্ত নলে সাদা অনার্দ্র কপার

সালফেট রাখা হয়। তারপর বুনসেন বার্নারের সাহায্যে নলের কপার অক্সাইড ধীরে ধীরে উত্তপ্ত করা হয়। কপার অক্সাইডের সহিত হাইড্রোজেন যুক্ত হইয়া জল উৎপন্ন করে এবং কালো কপার অক্সাইড লাল কপারে পরিণত হয়। জলীয় বাষ্প বাল্বের সংস্পর্শে আসিয়া তরলে পরিণত হয় এবং ইহা সাদা অনার্দ্র কপার সালফেটকে নীল করে। ইহা জলের অস্তিত্ব প্রমাণ করে। পরীক্ষা-শেষে মোটা নলের লাল পদার্থ লইয়া উহাতে একটু নাইট্রিক অ্যাসিড মিশাইলে বাদামী বর্ণের গ্যাস নির্গত হয় এবং দ্রবণের বর্ণ নীল হয়। সুতরাং, ইহা ধাতব কপার।

এই পরীক্ষায় হাইড্রোজেন কপার অক্সাইড হইতে অক্সিজেন অপসারিত করিয়া উহাকে কপারে বিজারিত করিয়াছে এবং নিজে অক্সিজেনের সহিত যুক্ত হইয়া জলে জারিত হইয়াছে। $CuO+H_2=Cu+H_2O$। সুতরাং হাইড্রোজেন একটি বিজারক দ্রব্য এবং ইহা অক্সাইডকে বিজারিত করিয়া জল উৎপন্ন করে।

Q. 52. What is nascent state of an element? How would you prove that nascent hydrogen is a more powerful reducing agent than ordinary hydrogen?

[H. S. 1960 ; 1964 ; 1666 (comp.)]

[মৌলিক পদার্থের জায়মান অবস্থা কি? সাধারণ হাইড্রোজেন অপেক্ষা জায়মান হাইড্রোজেন যে অধিকতর শক্তিশালী বিজারক দ্রব্য তাহা কিরূপে প্রমাণ করিবে?]

Or,

Describe experiments to show that an element in nascent state is more active than an element in molecular state.

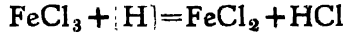
[আণবিক অবস্থা অপেক্ষা জায়মান অবস্থায় মৌলিক পদার্থ যে অধিকতর সক্রিয় তাহা পরীক্ষার সাহায্যে দেখাও।]

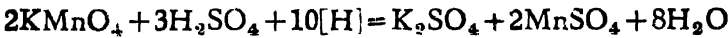
Ans. মৌলিক পদার্থের জায়মান অবস্থা (Nascent state of an element)—যখন কোন মৌলিক পদার্থ রাসায়নিক বিক্রিয়ার ফলে কোন যৌগিক পদার্থ হইতে উৎপন্ন হয় তখন মৌলিক পদার্থের সেই সদ্যোজাত বা পারমাণবিক অবস্থাকে উহার জায়মান অবস্থা বলে।

নিম্নলিখিত পরীক্ষার সাহায্যে প্রমাণ করা যায় যে, জায়মান হাইড্রোজেন

সাধারণ হাইড্রোজেন অপেক্ষা অধিকতর শক্তিশালী বিজারক দ্রব্য অর্থাৎ জায়মান হাইড্রোজেন অধিকতর সক্রিয়।

পরীক্ষা—(i) একটি টেস্ট-টিউবে হলুদ বর্ণের ফেরিক ক্লোরাইড দ্রবণ লইয়া উহাতে উল্ফ-বোতল হইতে হাইড্রোজেন চালনা করা হইল। দ্রবণের বর্ণের কোন পরিবর্তন হয় না। তারপর ঐ টেস্ট-টিউবে কিছু জিংকের ছিব্‌ড়া ও লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড মিশান হইল। বুদ্‌বুদ্‌ করিয়া গ্যাস নির্গত হয় এবং দ্রবণ বর্ণহীন হয়। সাধারণ হাইড্রোজেন ফেরিক ক্লোরাইডকে বিজারিত করিতে পারে না, কিন্তু জায়মান হাইড্রোজেন ফেরিক ক্লোরাইড হইতে অপরা-বিদ্যুৎবাহী ক্লোরিনের অংশ হ্রাস করিয়া ইহাকে ফেরাস ক্লোরাইডে বিজারিত করে।

$$FeCl_3 + [H] = FeCl_2 + HCl$$

(ii) **একটি** টেস্ট-টিউবে লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড মিশ্রিত পটাসিয়াম পারম্যাংগানেটের লঘু দ্রবণে হাইড্রোজেন গ্যাস পরিচালিত করিলে কোন পরিবর্তন হয় না। ঐ টেস্ট-টিউবে কিছু জিংকের ছিব্‌ড়া মিশাইলে হাইড্রোজেন উৎপন্ন হয় এবং এই জায়মান হাইড্রোজেন পারম্যাংগানেটকে ম্যাংগানাস্‌ সালফেটে বিজারিত করে এবং দ্রবণ বর্ণহীন হয়।

$$2KMnO_4 + 3H_2SO_4 + 10[H] = K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 8H_2O$$

এই দুইটি পরীক্ষা হইতে প্রমাণিত হয় যে সাধারণ হাইড্রোজেন অপেক্ষা জায়মান হাইড্রোজেনের বিজারণ ক্ষমতা অধিকতর।

Q. 53. Describe briefly the methods of getting hydrogen from water. State the condition and give equation in each case.

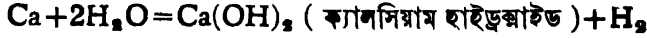
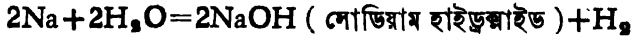
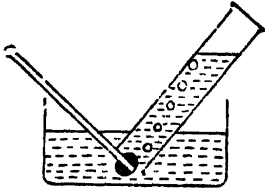
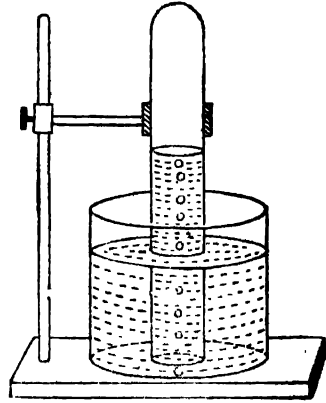
[জল হইতে হাইড্রোজেন উৎপাদনের প্রণালীগুলি, শর্ত ও সমীকরণ সহ সংক্ষেপে বর্ণনা কর।]

Ans. জল হাইড্রোজেনের সর্বাপেক্ষা গুরুত্বপূর্ণ যৌগিক। বিভিন্ন অবস্থায় বিভিন্ন ধাতু, অধাতু ও ধাতুর হাইড্রাইড দ্বারা এবং তড়িৎ-বিশ্লেষণের সাহায্যে জল হইতে হাইড্রোজেন পাওয়া যায়।

[a] **ধাতু দ্বারা**—(i) **সাধারণ তাপমাত্রায়**—তড়িৎ-রাসায়নিক ক্রমপঞ্জীর শীর্ষস্থানীয় কয়েকটি ধাতু যথা,— সোডিয়াম, ক্যালসিয়াম সাধারণ তাপমাত্রায়

জলকে বিশ্লিষ্ট করিয়া হাইড্রোজেন উৎপন্ন করে। এই সঙ্গে ঐ ধাতুগুলির হাইড্রক্সাইড উৎপন্ন হয়।

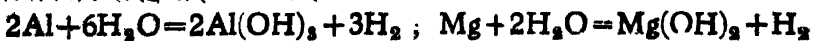
$2Na + 2H_2O = 2NaOH$ (সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড) $+ H_2$

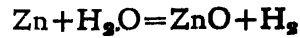
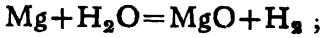
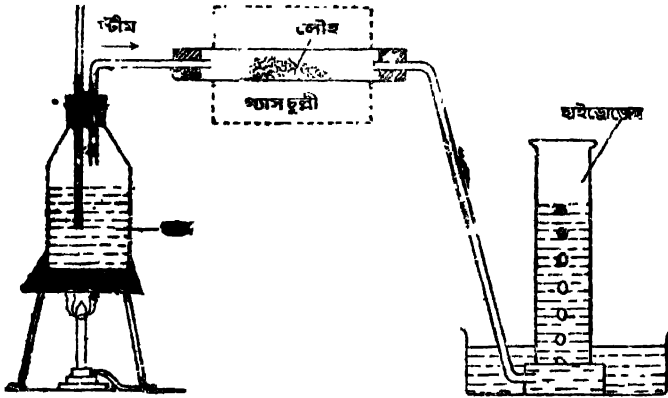
$Ca + 2H_2O = Ca(OH)_2$ (ক্যালসিয়াম হাইড্রক্সাইড) $+ H_2$

পরীক্ষা—একটি জলপূর্ণ গ্যাস-জার একটি পাত্রের জলের উপর উল্টা করিয়া বসান হয়। তারের হাতলযুক্ত তার-জালির একটি চামচে (sodium-spoon) এক টুক্‌রা সোডিয়াম লইয়া জারের নীচে জলের মধ্যে ডুবাইয়া দেওয়া হয়। জলের সহিত

22 নং চিত্র—সোডিয়াম দ্বারা জল বিশ্লেষণ

23 নং চিত্র—ক্যালসিয়াম দ্বারা জল বিশ্লেষণ

সোডিয়ামের বিক্রিয়ায় হাইড্রোজেন গ্যাস উৎপন্ন হয় এবং জল অপসারণ দ্বারা গ্যাস-জারে সঞ্চিত হয়। উৎপন্ন সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড জলে দ্রবীভূত থাকে।

পরীক্ষা—একটি জলপূর্ণ চওড়া টেস্ট-টিউব জলপূর্ণ পাত্রে উপুড় করিয়া টেস্ট-টিউবের মুখে এক টুক্‌রা ক্যালসিয়াম ধাতু ফেলিয়া দিলে হাইড্রোজেন গ্যাস জল অপসারণ দ্বারা টেস্ট-টিউবে জমা হয়।

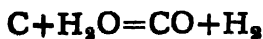
(ii) **স্ফুটনাঙ্কের তাপমাত্রায়**—অ্যালুমিনিয়াম ও ম্যাগনেসিয়াম ধাতুর চূর্ণ বা উহাদের পারদ-সংকর (amalgam) জলের সহিত ফুটাইলে স্ফুটনাঙ্কের তাপমাত্রায় জল বিশ্লিষ্ট হইয়া হাইড্রোজেন গ্যাস উৎপন্ন হয়। এই সঙ্গে অ্যালুমিনিয়াম ও ম্যাগনেসিয়াম হাইড্রক্সাইড উৎপন্ন হয়।

$2Al + 6H_2O = 2Al(OH)_3 + 3H_2$; $Mg + 2H_2O = Mg(OH)_2 + H_2$

(iii) **স্টীম হইতে**—লোহিত তপ্ত আয়রন, জিংক ও ম্যাগনেসিয়াম ধাতুর উপর দিয়া স্টীম পরিচালিত করিলে স্টীম বিশ্লিষ্ট হইয়া হাইড্রোজেন উৎপন্ন হয়। আয়রন ফেরোসো-ফেরিক অক্সাইডে এবং জিংক ও ম্যাগনেসিয়াম উহাদের অক্সাইডে পরিণত হয়। $3Fe+4H_2O=Fe_3O_4+4H_2$.

$$Mg+H_2O=MgO+H_2 \; ; \qquad Zn+H_2O=ZnO+H_2$$

পরীক্ষা—একটি শক্ত কাচের মোটা নলে কিছু লৌহচূর্ণ লইয়া নলটি গ্যাস চুল্লীর উপর রাখা হয়। কাচ-নলের এক মুখে কর্কের সাহায্যে একটি বাঁকা নল

24 নং চিত্র—লৌহ দ্বারা স্টীম বিশ্লেষণ

লাগান আছে—এই নলটি একটি জলপূর্ণ টিনের পাত্রে কর্কের মধ্য দিয়া প্রবেশ করান আছে। কাচ-নলের অপর মুখে একটি নির্গম-নল লাগাইয়া নির্গম-নলের অপর প্রান্ত গ্যাস-দ্রোণীতে স্থাপিত জলপূর্ণ গ্যাস-জারে প্রবেশ করান আছে। লৌহচূর্ণ ভরা কাচ-নলটি ও টিনের পাত্রটি উত্তপ্ত করা হয়। পাত্র হইতে স্টীম নির্গত হইয়া উত্তপ্ত লৌহ-চূর্ণের উপর দিয়া প্রবাহিত হয়। বিক্রিয়ার ফলে উৎপন্ন হাইড্রোজেন গ্যাস-জারের জল অপসারণ করিয়া উহার মধ্যে সঞ্চিত হয়।

[b] **অধাতু দ্বারা**—শ্বেত-তপ্ত (1000°C) কার্বনের উপর দিয়া স্টীম প্রবাহিত করিলে কার্বন মনোক্সাইড ও হাইড্রোজেনের মিশ্রণ (প্রায় সম-আয়তনে) উৎপন্ন হয়।

$$C+H_2O=CO+H_2$$

[c] **ধাতুর হাইড্রাইড দ্বারা**—ক্যালসিয়াম হাইড্রাইড ও সোডিয়াম হাইড্রাইড জলের সহিত মিশাইলে হাইড্রোজেন উৎপন্ন হয় এবং যথাক্রমে ক্যালসিয়াম হাইড্রক্সাইড ও সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড গঠিত হয়।

$CaH_2+2H_2O=Ca(OH)_2+2H_2$; $NaH+H_2O=NaOH+H_2$

[d] **তড়িৎ-বিশ্লেষণ দ্বারা**—তড়িৎ-বিশ্লেষণের ফলে জল হইতে হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন পাওয়া যায়। [বিবরণের জন্য জলের আয়তনমাত্রিক সংযুতি (67 নং প্রশ্ন) দেখ।]

Q. 54. (a) 'Hydrogen is produced from acids by interaction with metals.' What metals are used for the preparation of hydrogen from acids ? State the conditions with equations.

['অ্যাসিডের সহিত ধাতুর বিক্রিয়ার ফলে হাইড্রোজেন উৎপন্ন হয়।' কি কি ধাতু এইজন্য ব্যবহৃত হয় ? বিক্রিয়ার শর্ত উল্লেখ করিয়া সমীকরণ লিখ।]

(b) Why is not nitric acid used in the preparation of hydrogen by metals ?

[ধাতু দ্বারা হাইড্রোজেন প্রস্তুতির জন্য নাইট্রিক অ্যাসিড ব্যবহৃত হয় না কেন ?]

(c) Why is it that dilute and not conc. sulphuric or hydrochloric acid is used for preparing hydrogen from zinc ?

[জিংকের সাহায্যে হাইড্রোজেন প্রস্তুতির জন্য গাঢ় সালফিউরিক বা হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড না লইয়া লঘু অ্যাসিড ব্যবহার করা হয় কেন ?]

(d) How would you recover the by-product formed in Woulfe's bottle when zinc and sulphuric acid are used for preparing hydrogen ?

[জিংক ও সালফিউরিক অ্যাসিড দ্বারা হাইড্রোজেন প্রস্তুতিতে উল্ফ-বোতলের সহোৎপন্ন পদার্থ কিরূপে সংগ্রহ করিবে ?]

Ans. (a) তড়িৎ-রাসায়নিক ক্রমপঞ্জী (Electro-chemical series)-তে যে সকল ধাতু হাইড্রোজেনের অবস্থানের উপরে আছে কেবলমাত্র সেই ধাতুগুলিই অ্যাসিড হইতে হাইড্রোজেন উৎপন্ন করে। K, Na, Ca, Mg, Al, Zn, Fe, Sn ইত্যাদি ধাতুগুলি এই শ্রেণীর। অপর পক্ষে Cu, Au, Ag, Hg ইত্যাদি ধাতুর

অবস্থান হাইড্রোজেনের নীচে বলিয়া ইহারা অ্যাসিড হইতে হাইড্রোজেন উৎপন্ন করিতে পারে না।

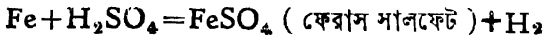
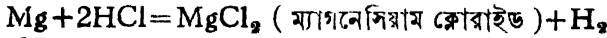
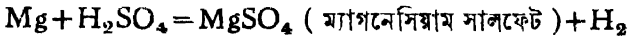
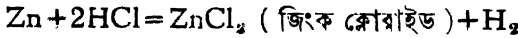
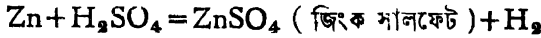
Ca, Zn, Fe, Mg ধাতুগুলি শীতল ও লঘু হাইড্রোক্লোরিক বা সালফিউরিক অ্যাসিডের সহিত সহজেই হাইড্রোজেন উৎপন্ন করে এবং ধাতুগুলি ব্যবহৃত অ্যাসিডের লবণে পরিণত হয়। নিম্নে সমীকরণ ও উৎপন্ন পদার্থের নাম উল্লেখ করা হইল।

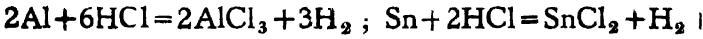
$Zn + H_2SO_4 = ZnSO_4$ (জিংক সালফেট) $+ H_2$

$Zn + 2HCl = ZnCl_2$ (জিংক ক্লোরাইড) $+ H_2$

$Mg + H_2SO_4 = MgSO_4$ (ম্যাগনেসিয়াম সালফেট) $+ H_2$

$Mg + 2HCl = MgCl_2$ (ম্যাগনেসিয়াম ক্লোরাইড) $+ H_2$

$Fe + H_2SO_4 = FeSO_4$ (ফেরাস সালফেট) $+ H_2$

অ্যালুমিনিয়াম মোটামুটি গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডে এবং টিন উত্তপ্ত গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডে দ্রবীভূত হইয়া হাইড্রোজেন উৎপন্ন করে।

$2Al + 6HCl = 2AlCl_3 + 3H_2$; $Sn + 2HCl = SnCl_2 + H_2$ ।

(b) নাইট্রিক অ্যাসিডের সহিত ধাতুর বিক্রিয়ার ফলে প্রথমে জায়মান হাইড্রোজেন উৎপন্ন হয়। তারপর অতিরিক্ত নাইট্রিক অ্যাসিড জায়মান হাইড্রোজেনকে জারিত করিয়া জলে পরিণত করে। সুতরাং, হাইড্রোজেন গ্যাস নির্গত হইবার আর সুযোগ পায় না। একমাত্র ম্যাগনেসিয়াম খুব লঘু নাইট্রিক অ্যাসিডের সহিত হাইড্রোজেন উৎপাদন করে, কারণ এক্ষেত্রে হাইড্রোজেন জারিত হইবার পূর্বেই কিছুটা নির্গত হইয়া যাইতে পারে। $Mg + 2HNO_3 = H_2 + Mg(NO_3)_2$

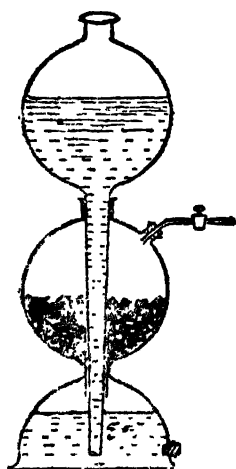
(c) গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডের সহিত জিংকের বিক্রিয়ায় কিছুটা অ্যাসিড বিজারিত হইয়া সালফার ডাই-অক্সাইড উৎপন্ন হয়। এইজন্য গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড ব্যবহৃত হয় না। গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড ব্যবহার করিলে উৎপন্ন হাইড্রোজেনের সহিত উহার ধোঁয়া মিশ্রিত থাকে। সেইজন্য লঘু অ্যাসিড ব্যবহৃত হয়।

(d) জিংক ও সালফিউরিক অ্যাসিড দ্বারা হাইড্রোজেন প্রস্তুতিকালে উল্ফ-বোতলে জিংক সালফেটের জলীয় দ্রবণ থাকে। উল্ফ-বোতলের তরল পদার্থটি

ফিলটার করা হয় এবং পরিস্রুত জিংক সালফেটের লঘু জলীয় দ্রবণ। তরল পদার্থটি তাপ প্রয়োগে বাষ্পীভূত করিয়া গাঢ় করা হয়। যখন কঠিন পদার্থ পাত্রের গায়ে জমা হইতে আরম্ভ করে তখন তাপ দেওয়া বন্ধ করিয়া পাত্রটি স্থিরভাবে রাখিয়া দিলে দ্রবণ হইতে জিংক সালফেটের কেলাস পৃথক হইয়া আসে। ফিলটার করিয়া কেলাসগুলিকে পুনঃ-কেলাসন পদ্ধতিতে বিশুদ্ধ করিয়া শুষ্ক করা হয়। এইরূপে জিংক সালফেট কেলাস—$ZnSO_4$, $7H_2O$ (white vitriol) পাওয়া যায়।

Q. 55. Make a neat diagram of Kipp's apparatus with a brief description. [H. S. 1967]. **Explain how it is used for getting a ready and controlled supply of hydrogen gas in the laboratory. Mention three cases when it is used for the preparation of other gases.**

[সংক্ষিপ্ত বর্ণনাসহ কিপ্‌স-যন্ত্রের একটি পরিচ্ছন্ন চিত্র অঙ্কন কর। ল্যাবরেটরীতে প্রয়োজন অনুযায়ী এবং নিয়মিত পরিমাণে হাইড্রোজেন প্রস্তুতির জন্য উহাকে কিভাবে ব্যবহার করা যাইতে পারে, তাহা ব্যাখ্যা কর। অন্যান্য গ্যাসের প্রস্তুতিতে কিপ্‌স-যন্ত্র ব্যবহৃত হয়—এরূপ তিনটি উদাহরণ দাও।]

Ans. পার্শ্বে কিপ্‌স-যন্ত্রের একটি চিত্র অঙ্কিত করা হইয়াছে। কাচ-নির্মিত কিপ্‌স-যন্ত্রের দুইটি পৃথক অংশ আছে। উপরের অংশটি দীর্ঘ নল-যুক্ত একটি গোলক। অপর অংশটি সরু মধ্য-নলের সাহায্যে যুক্ত একটি পূর্ণ গোলক ও একটি অর্ধ-গোলক। উপরের গোলকটি মধ্যের গোলকের মুখে দৃঢ়ভাবে বসান থাকে, যাহাতে দীর্ঘ নলটি নীচের গোলকের প্রায় তলা পর্যন্ত যায়। মধ্যের গোলকের পার্শ্বে রবার কর্কের সাহায্যে একটি স্টপ-কর্ক যুক্ত নির্গম-নল লাগান আছে। নীচের গোলকের পার্শ্বেও একটি নির্গম-পথ থাকে। ইহার সাহায্যে কিপ্‌স-যন্ত্রের ব্যয়িত তরল পদার্থ (waste liquid)-কে বাহির করিয়া লওয়া যায়।

25 নং চিত্র—কিপ্‌স-যন্ত্র

হাইড্রোজেন গ্যাস প্রস্তুতির জন্য মধ্যের গোলকের নির্গম-নল খুলিয়া উহাতে গ্র্যানুলেটেড জিংক লওয়া হয় এবং উপরের গোলকের মধ্য দিয়া লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড ঢালিয়া দেওয়া হয়।

দীর্ঘ-নল বাহিয়া অ্যাসিড নীচের গোলকে আসে এবং নীচের গোলক পূর্ণ হইয়া মধ্যের গোলকে প্রবেশ করে এবং জিংকের সংস্পর্শে আসে। অ্যাসিড জিংকের সংস্পর্শে আসিলেই হাইড্রোজেন উৎপন্ন হয় এবং মধ্যের গোলকের স্টপ-কক্ যুক্ত নির্গম-নল দিয়া বাহির হইয়া যায়। গ্যাসের প্রয়োজন না থাকিলে স্টপ-কক্ বন্ধ করিয়া দেওয়া হয়। মধ্যের গোলকের ভিতর উৎপন্ন গ্যাসের চাপে অ্যাসিড আর জিংকের সংস্পর্শে থাকে না, ফলে আর হাইড্রোজেন উৎপন্ন হয় না। সুতরাং, স্টপ-কক্ ঘুরাইয়া কিপ্স-যন্ত্র হইতে প্রয়োজন অনুযায়ী ও নিয়মিত পরিমাণে হইড্রোজেন গ্যাস পাওয়া যায়।

যে সকল গ্যাস প্রস্তুত করিতে তাপের প্রয়োজন হয় না এবং একটি বিক্রিয়ক তরল পদার্থ ও অপরটি কঠিন পদার্থ—তাহাদের প্রস্তুতির জন্য কিপস-যন্ত্র ব্যবহার করা যায়। যথা, হাইড্রোজেন সালফাইড (FeS ও লঘু H_2SO_4-এর বিক্রিয়ায়), কাবন ডাই-অক্সাইড (মার্বেল ও লঘু HCl-এর বিক্রিয়ায়), নাইট্রিক অক্সাইড (কপার ও লঘু HNO_3-এর বিক্রিয়ায়)।

Q. 56. Classify natural water according to sources, mentioning the impurities which are found in each class.

[উৎস অনুসারে প্রাকৃতিক জলকে শ্রেণীবিভক্ত কর এবং প্রত্যেক শ্রেণীর জলে কি কি অশুদ্ধি থাকে উল্লেখ কর।]

Ans উৎস অনুযায়ী প্রাকৃতিক জলকে নিম্নলিখিত শ্রেণীতে বিভক্ত করা যায়—(1) বৃষ্টির জল (rain water), (2) ঝর্ণা ও কূপের জল (spring and well water) (3) নদীর জল (river water), (4) সমুদ্রের জল (sea water).

(1) **বৃষ্টির জল**—জলাশয় হইতে সূর্যতাপে জল বাষ্পীভূত হইয়া বায়ুমণ্ডলে শীতল হইলে উহা ভূ-পৃষ্ঠে বৃষ্টিরূপে পতিত হয়। বৃষ্টি-জল স্বাভাবিকরূপে পাতিত জল হইলেও উহা সম্পূর্ণ বিশুদ্ধ নয়। বৃষ্টি-জল বায়ু হইতে কার্বন ডাই-অক্সাইড, অক্সিজেন, নাইট্রোজেন, অ্যামোনিয়া ইত্যাদি গ্যাস দ্রবীভূত করে এবং উহাতে সূক্ষ্ম ধূলিকণাসহ অজৈব লবণ ও জৈব পদার্থ মিশ্রিত থাকিতে পারে। এই সব পদার্থের পরিমাণ কম বলিয়া বৃষ্টি-জলকে প্রাকৃতিক জলের মধ্যে সর্বাপেক্ষা বিশুদ্ধ মনে করা যায়। বৃষ্টির জল মৃদু-জল (soft water)।

(2) **ঝর্ণা ও কূপের জল**—ভূ-পৃষ্ঠের সচ্ছিদ্র স্তরের মধ্য দিয়া বৃষ্টির জল স্বাভাবিকভাবে পরিস্রুত হইয়া ভূ-গর্ভে জমে। ইহাকে ঝর্ণার জল ও কুয়ার জলরূপে পাওয়া যায়। বালি, মাটি, কাঁকর ইত্যাদির মধ্য দিয়া পরিস্রুত হইবার জন্য ইহাতে কোন প্রলম্বিত (suspended) পদার্থ থাকে না এবং এই জল খুব স্বচ্ছ দেখায়। কিন্তু এই জলে সোডিয়াম, পটাসিয়াম, ক্যালসিয়াম, ম্যাগনেসিয়াম ইত্যাদি ধাতুর নানাবিধ লবণ দ্রবীভূত অবস্থায় থাকে। ঝর্ণা ও কূপের জল খর-জল (hard water)।

যে সকল ঝর্ণা-জলে অতিরিক্ত পরিমাণ লবণজাতীয় পদার্থ থাকে তাহাকে **খনিজ জল** (mineral water) বলে। এই লবণজাতীয় পদার্থের জন্য এই জল বিশেষ কোন স্বাদযুক্ত হয় এবং কোন কোন ক্ষেত্রে স্বাস্থ্যের পক্ষে বিশেষ উপকারী বলিয়া বিবেচিত হয়। খনিজ-জলে অতিরিক্ত সোডিয়াম ক্লোরাইড দ্রবীভূত থাকিলে লবণাক্ত স্বাদ, সোডিয়াম ও লিথিয়াম বাই-কার্বনেট থাকিলে ক্ষার স্বাদ, সোডিয়াম ও ম্যাগনেসিয়াম সালফেট থাকিলে তিক্ত স্বাদ ইত্যাদি হয়। ইহা ব্যতীত খনিজ-জলে কার্বন ডাই-অক্সাইড, হাইড্রোজেন সালফাইড, ফেরাস বাই-কার্বনেট, অ্যালকালি ধাতুর আয়োডাইড সালফেট ও সিলিকেট দ্রবীভূত থাকে। এই জল খর-জল।

(3) **নদীর জল**—মাটির উপর দিয়া প্রবাহিত হইবার সময় নদীর জলে দ্রাব্য, অদ্রাব্য, জৈব ও অজৈব নানা প্রকার পদার্থ মিশ্রিত হইয়া যায়। সাধারণতঃ নদীর জলে সোডিয়াম, পটাসিয়াম, ক্যালসিয়াম, ম্যাগনেসিয়াম ইত্যাদি ধাতুর ক্লোরাইড, সালফেট, কার্বনেট ও বাই-কার্বনেট লবণ দ্রবীভূত থাকে। কাদা, ময়লা ইত্যাদি প্রলম্বিত থাকিবার জন্য নদীর জল ঘোলা হয়। নদীর জল খর-জল।

(4) **সমুদ্রের জল**—সমুদ্রের জলে দ্রবীভূত এবং প্রলম্বিত উভয় প্রকার পদার্থ থাকে। দ্রবীভূত পদার্থের মধ্যে সোডিয়াম, পটাসিয়াম, ক্যালসিয়াম ও ম্যাগনেসিয়ামের ক্লোরাইড, সালফেট, কার্বনেট, ব্রোমাইড ও আয়োডাইড লবণের পরিমাণ উল্লেখযোগ্য। সমুদ্রের জলে দ্রবীভূত পদার্থের পরিমাণ সর্বাপেক্ষা বেশী, 3·6% এবং ইহার মধ্যে সাধারণ লবণের পরিমাণই 2·6%। সেইজন্য সমুদ্রের জল লবণাক্ত, পানের অনুপযোগী। ইহা খর-জল। এই জলের আপেক্ষিক গুরুত্ব 1·03।

Q. 57. (a) What types of impurities are commonly present in natural water ? How would you detect the impurities ?

[প্রাকৃতিক জলে সাধারণতঃ কি কি ধরনের অশুদ্ধি থাকে ? উহাদের অস্তিত্ব কিরূপে প্রমাণ করিবে ?]

(b) How is chemically pure water obtained from natural water ?

[প্রাকৃতিক জল হইতে কিরূপে রাসায়নিকরূপে বিশুদ্ধ জল পাওয়া যায় ?]

Ans. (a) প্রাকৃতিক জলের অশুদ্ধিগুলি নিম্ন ধরনের হয়। (i) অদ্রাব্য ও প্রলম্বিত যথা,—কাদা, বালি ও উদ্ভিজ্জ পদার্থ, (2) দ্রাব্য—উদ্বায়ী ও অনুদ্বায়ী। বায়ু, নাইট্রিক অ্যাসিড বাষ্প, কার্বন ডাই-অক্সাইড, হাইড্রোজেন সালফাইড ইত্যাদি দ্রাব্য উদ্বায়ী এবং Na, K, Ca, Mg, Fe ইত্যাদি ধাতুর লবণ দ্রাব্য অনুদ্বায়ী অশুদ্ধি।

অস্তিত্বের পরীক্ষা—(1) **অদ্রাব্য ও প্রলম্বিত অশুদ্ধি**—একটি বীকারে জল রাখিলে উহাকে ঘোলা দেখাইলে বুঝা যায় উহাতে অদ্রাব্য ও প্রলম্বিত অশুদ্ধি আছে।

(2) **উদ্বায়ী দ্রাব্য অশুদ্ধি—21** নং প্রশ্নোত্তরে 'পরীক্ষা' অংশ দেখ।

(3) **অনুদ্বায়ী দ্রাব্য অশুদ্ধি**—প্রাকৃতিক জল ফিল্টার করিয়া স্বচ্ছ পরিস্রুতের একাংশ পোর্সেলিন বেসিনে তাপ-প্রয়োগে বাষ্পীভূত করা হইল। বেসিনে কোন কঠিন পদার্থ অবশিষ্ট থাকিলে প্রমাণিত হয় যে, জলে দ্রাব্য অনুদ্বায়ী পদার্থ আছে।

(b) **বিশুদ্ধ জল প্রস্তুতি**—(i) প্রাকৃতিক জলকে কিছুক্ষণ স্থিরভাবে রাখিয়া দিলে ভারী, অদ্রাব্য পদার্থগুলি নীচে থিতাইয়া পড়ে। উপরিস্থিত অপেক্ষাকৃত স্বচ্ছ জল ফিল্টার কাগজের সাহায্যে ফিল্টার করা হয়। অদ্রাব্য ও প্রলম্বিত পদার্থ হইতে জল মুক্ত হয় এবং স্বচ্ছ জল পরিস্রুতরূপে পাওয়া যায়।

(ii) এই স্বচ্ছ জলের দ্রাব্য অনুদ্বায়ী পদার্থ পাতনক্রিয়ার সাহায্যে দূর করা হয়।

(iii) এইরূপ পাতিত জল দ্রবীভূত অনুদ্বায়ী পদার্থমুক্ত হইলেও উহাতে অন্যান্য গ্যাসীয় পদার্থ দ্রবীভূত থাকে। এই জলের মধ্যে ক্লোরিন গ্যাস পরিচালিত করা হয়। পরে স্ফুটন করিয়া অতিরিক্ত ক্লোরিন গ্যাস দূর করা হয়। তারপর জলের

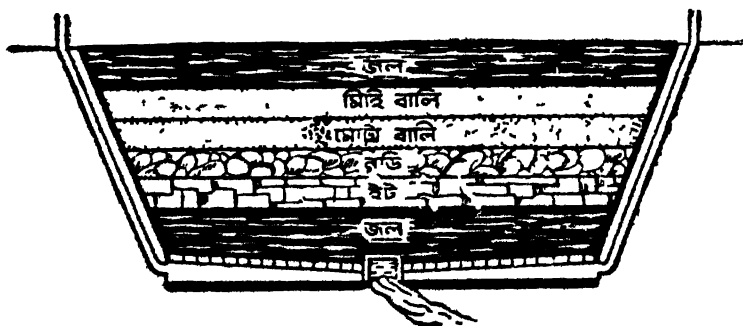
সহিত কিছু পটাসিয়াম পারম্যাঙ্গানেট ও কষ্টিক পটাস মিশাইয়া পাইরেক্স কাচ-নির্মিত ফ্লাস্কে পাতিত করা হয়। পাতিত জলের প্রথম ও শেষ অংশ বাদ দিয়া মধ্যের অংশ জেনা বা পাইরেক্স কাচ-নির্মিত গ্রাহকে সংগ্রহ করা হয়। এইরূপে রাসায়নিকভাবে বিশুদ্ধ জল পাওয়া যায়।

Q. 58. What are the essential qualities of drinking water? Indicate how a sample of natural water is purified for drinking purpose.

[পানীয় জলের কি কি গুণ থাকা প্রয়োজন? পানের উপযোগী করিবার জন্য প্রাকৃতিক জলকে কিরূপে বিশুদ্ধ করে বর্ণনা কর।]

Ans. পানীয় জল স্বচ্ছ, বর্ণহীন (অর্থাৎ প্রলম্বিত অশুদ্ধি-মুক্ত) এবং জৈব পদার্থ ও জীবাণু মুক্ত হওয়া প্রয়োজন। সুস্বাদু করিবার জন্য ইহাতে সামান্য পরিমাণ খনিজ দ্রব্য, অক্সিজেন, কার্বন ডাই-অক্সাইড দ্রবীভূত থাকা প্রয়োজন। কিন্তু লেড, কপার ইত্যাদি বিষাক্ত ধাতুর লবণ বা অ্যামোনিয়া পানীয় জলে থাকা উচিত নয়।

বিশুদ্ধিকরণ দুই অংশে বিভক্ত—(i) প্রলম্বিত অশুদ্ধি হইতে মুক্তকরণ এবং (ii) জীবাণু-শূন্যকরণ (sterilisation)।

(i) নিকটবর্তী কোন নদী বা জলাশয় হইতে পাম্পের সাহায্যে জল তুলিয়া কতকগুলি বড় বড় আধার (Settling tank)-এ রাখা হয়। ইহাতে কিছু ফটকিরির

26 নং চিত্র—ফিল্টার বেড

বড় বড় টুকরা রাখা হয়। জলে অদ্রাব্য ও ভারী কাদামাটি, বালি ইত্যাদি নীচে থিতাইয়া পড়ে। ফিল্টার-বেডের মধ্য দিয়া এই জল চালনা করা হয়। ফিল্টার

বেডে স্তরে স্তরে উপর হইতে নীচের দিকে মিহি বালি, মোটা বালি, কাঁকর ও নুড়ির স্তর থাকে। অল্পদিনের মধ্যেই বালির উপর কাদা ও শেওলার একটি পিচ্ছিল আবরণ পড়ে। জলে ভাসমান সমস্ত ময়লা ও অনেক জীবাণু ইহাতে আটকাইয়া যায়। কাঁকর স্তরের নীচের নালা দিয়া আসিয়া এই পরিস্রুত জল একটি বড় চৌবাচ্চায় জমা হয়। এইরূপে শোধিত স্বচ্ছ জল ভাসমান পদার্থ হইতে মুক্ত হইলেও জীবাণু-মুক্ত নয়।

(ii) এই জলকে জীবাণু-মুক্ত করিবার জন্য উহাতে ক্লোরিন, ব্লিচিং পাউডার, ওজন-সমন্বিত অক্সিজেন (ozonised oxygen), বায়ু, পটাস পারম্যাংগানেট ইত্যাদি জারক পদার্থ যোগ করা হয়। ইহাতে জীবাণু ও জৈব পদার্থগুলি জারিত হয় এবং জল জীবাণু-শূন্য হয়। ইহাদের মধ্যে তরল ক্লোরিন ও ব্লিচিং পাউডারের ব্যবহার সর্বাধিক। কোন কোন স্থানে ওজন সমন্বিত অক্সিজেন গ্যাস প্রবাহিত করিয়া অথবা জলকে কিছু সময় ধরিয়া অতি-বেগুনী রশ্মির (ultra-violet rays) মধ্যে রাখিয়া জল জীবাণু-মুক্ত করা হয়।

Q. 59 (a) What do you understand by hard water and soft water ? What is the cause of hardness ?

[H. S. 1961 ; 1963 (Comp.) ; '67 (Comp)]

[খর জল ও মৃদু জল বলিতে কি বোঝ ? জলের খরতার কারণ কি ?]

(b) Classify the following into hard and soft water.

[নিম্নোক্ত জলগুলিকে খর জল ও মৃদু জলরূপে শ্রেণীবদ্ধ কর।]

River water, Rain water, Spring water, Distilled water.

(c) Mention the industrial uses of water. Indicate the relative advantages of hard water and soft water. [H. S. 67 (Comp)]

[কি কি প্রয়োজনে জল ব্যবহৃত হয় ? খর জল ও মৃদু জলের তুলনামূলক উপযোগিতা উল্লেখ কর।]

Ans. (a) **খর জল ও মৃদু জল** (Hard water and soft water)— দ্রবীভূত পদার্থের প্রকৃতি অনুযায়ী প্রাকৃতিক জলকে খর জল ও মৃদু জল, এই দুই শ্রেণীতে বিভক্ত করা যায়। যে জলে সাবান সহজে ফেনা উৎপন্ন করে তাহাকে মৃদু

জল এবং যে জলে সাবান সহজে ফেনা উৎপন্ন করে না বা বহু সাবান ক্ষয় হইবার পর ফেনা উৎপন্ন হয় তাহাকে **খর জল** বলে।

খরতার কারণ—জলে ক্যালসিয়াম, ম্যাগনেসিয়াম ও আয়রনের বাই-কার্বনেট, ক্লোরাইড, সালফেট প্রভৃতি কতকগুলি লবণ দ্রবীভূত থাকিবার জন্য জল খর হয়। ঐ ধাতুগুলির বাই-কার্বনেট লবণ দ্রবীভূত থাকিবার জন্য যে খরতা উৎপন্ন হয় তাহা সহজেই স্ফুটন দ্বারা দূর করা সম্ভব বলিয়া এই জাতীয় খরতাকে **অস্থায়ী খরতা** (temporary hardness) বলে। আবার, উহাদের ক্লোরাইড বা সালফেট লবণ জলে দ্রবীভূত থাকিলে যে খরতা উৎপন্ন হয় তাহা স্ফুটনের ন্যায় কোন সহজ প্রণালীর সাহায্যে দূর করা সম্ভব নয়। এই জাতীয় খরতাকে **স্থায়ী খরতা** (permanent hardness) বলে। সুতরাং, জলের মোট খরতা, অস্থায়ী ও স্থায়ী খরতার সমষ্টি।

(b) **খর জল**—নদীর জল, ঝর্ণার জল। **মৃদু জল**—বৃষ্টির জল, পাতিত জল।

(c) **জলের ব্যবহার**—(i) পানীয়রূপে, (ii) বয়লার চালনার জন্য, (iii) দ্রাবকরূপে, (iv) ধৌত ও অন্যান্য প্রয়োজনে, (v) কৃষিক্ষেত্রে সেচের জন্য, (vi) রাসায়নিক পরীক্ষাগারে, (vii) ফটোগ্রাফি ও ঔষধাদি প্রস্তুত করিবার জন্য।

খর জল ও মৃদু জলের তুলনামূলক উপযোগিতা—

(1) ধৌতাদির কার্যে খর জলের সহিত সাবান ব্যবহার করিলে জলে দ্রবীভূত ক্যালসিয়াম ও ম্যাগনেসিয়াম লবণ দূরীভূত না হওয়া পর্যন্ত সাবানের ফেনা হয় না। সুতরাং অনেক সাবান নষ্ট হয়। এইজন্য ধৌতকার্যে মৃদু জল ব্যবহার করা বাঞ্ছনীয়। এই জল আয়রন লবণ হইতেও মুক্ত হওয়া প্রয়োজন।

(2) বয়লারে উত্তপ্ত করিয়া জলকে ষ্টীমে পরিণত করা হয়। বয়লারে খর জল ব্যবহার করিলে বয়লারের গায়ে ক্যালসিয়াম সালফেট, ক্যালসিয়াম কার্বনেট ইত্যাদির শক্ত ও কু-পরিবাহী আস্তরণ জমা হয়। ইহাকে 'বয়লারের স্তর' বা boiler scale বলে। ফলে জল ফুটাইয়া বাষ্প করিবার জন্য বেশী জ্বালানি খরচ হয় এবং অতিরিক্ত উত্তাপে বয়লার নষ্ট হয়। সুতরাং বয়লারের জন্য মৃদু জল ব্যবহৃত হয়।

(3) পানীয় জল খর হওয়া বাঞ্ছনীয়। কারণ, খর জলের দ্রবীভূত লবণগুলি দেহ-গঠনে বিশেষ উপযোগী। আবার, মৃদু জল লেড ইত্যাদি বিষাক্ত ধাতু সহজে দ্রবীভূত করে।

(4) জল বেশী খর হইলে ইহাতে খাদ্যদ্রব্য সহজে সিদ্ধ হয় না।

(5) ফটোগ্রাফি, ঔষধ-প্রস্তুতি ও অন্যান্য রাসায়নিক কার্যে পাতিত জল ব্যবহৃত হয়।

Q. 60. Describe briefly the methods of removal of hardness of water. Explain, with equations. the chemical reactions involved.

[জলের খরতা দূর করিবার পদ্ধতিগুলি সংক্ষেপে বর্ণনা কর। ইহাতে কি কি রাসায়নিক ক্রিয়া ঘটে তাহা সমীকরণ সহ উল্লেখ কর।]

Or,

Describe briefly the processes of softening of hard water.

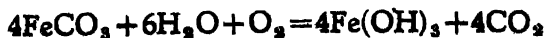
[খর জল মৃদু করিবার পদ্ধতিগুলি সংক্ষেপে বর্ণনা কর।]

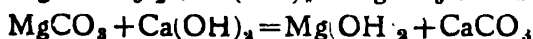
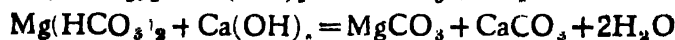
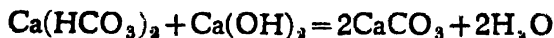
Ans. জলের খরতা দূরীকরণ বা খর জল মৃদুকরণ (Removal of hardness or softening of hard water)—জলে দ্রবীভূত লবণগুলিকে রাসায়নিক উপায়ে অদ্রাব্য লবণে পরিণত করিয়া ফিলটারের সাহায্যে এই অদ্রাব্য লবণ জল হইতে পৃথক কর হয়—ইহাই জলের খরতা দূরীকরণের নীতি।

অস্থায়ী খরতা দূরীকরণঃ স্ফুটন-প্রণালী—অস্থায়ী খর জলকে ফুটাইলে দ্রবীভূত ক্যালসিয়াম ও ম্যাগনেসিয়াম বাই-কার্বনেট তাপে বিযোজিত হইয়া উহাদের অদ্রাব্য কার্বনেট লবণে পরিণত হইয়া অধঃক্ষিপ্ত হয়। ফিলটার করিয়া অধঃক্ষেপ পৃথক করিলে পরিস্রুতরূপে যে জল পাওয়া যায় তাহা মৃদু জল।

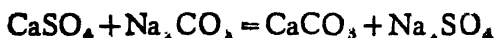
$$Ca(HCO_3)_2 = CaCO_3 + H_2O + CO_2$$
$$Mg(HCO_3)_2 = MgCO_3 + H_2O + CO_2$$
$$Fe(HCO_3)_2 = FeCO_3 + H_2O + CO_2$$

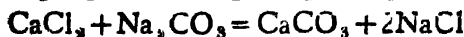
ফেরাস কার্বনেট বায়ুর অক্সিজেন দ্বারা জারিত হইয়া বাদামী রঙের ফেরিক হাইড্রক্সাইডে পরিণত হয় এবং অধঃক্ষিপ্ত হয়।

$$4FeCO_3 + 6H_2O + O_2 = 4Fe(OH)_3 + 4CO_2$$

ক্লার্ক প্রণালী (Clark's Process)—এই প্রণালীতে অস্থায়ী খর জলের সহিত হিসাব অনুযায়ী উপযুক্ত পরিমাণ চুন মিশান হয়। ইহাতে ক্যালসিয়াম বাই-কার্বনেট অদ্রাব্য ক্যালসিয়াম কার্বনেটে এবং ম্যাগনেসিয়াম বাই-কার্বনেট প্রথমে ম্যাগনেসিয়াম কার্বনেটে এবং শেষ পর্যন্ত অদ্রাব্য ম্যাগনেসিয়াম হাইড্রক্সাইডে পরিণত হয়।

$$Ca(HCO_3)_2 + Ca(OH)_2 = 2CaCO_3 + 2H_2O$$
$$Mg(HCO_3)_2 + Ca(OH)_2 = MgCO_3 + CaCO_3 + 2H_2O$$
$$MgCO_3 + Ca(OH)_2 = Mg(OH)_2 + CaCO_3$$

স্থায়ী খরতা দূরীকরণ : সোডা প্রণালী (Soda Process)—স্থায়ী খর জলের সহিত সোডিয়াম কার্বনেট মিশাইয়া ফুটাইলে জলের ক্যালসিয়াম ও ম্যাগনেসিয়াম লবণগুলি অদ্রবণীয় কার্বনেট লবণে পরিণত হইয়া অধঃক্ষিপ্ত হয়। ফিল্টার করিয়া অধঃক্ষেপ পৃথক করিয়া মৃদু জল সংগ্রহ করা হয়।

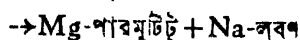
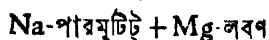
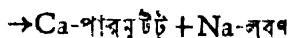
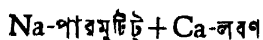
$$CaCl_2 + Na_2CO_3 = CaCO_3 + 2NaCl$$

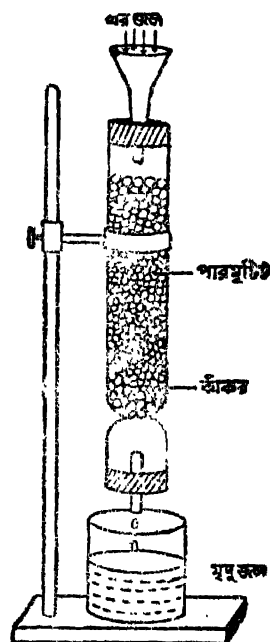
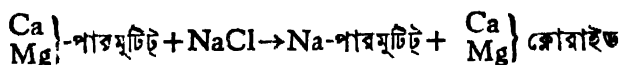
$$CaSO_4 + Na_2CO_3 = CaCO_3 + Na_2SO_4$$

ম্যাগনেসিয়াম লবণের ক্ষেত্রে সোডিয়াম কার্বনেটের সহিত কিছু পরিমাণ কলি চুন [$Ca(OH)_2$] মিশাইয়া দেওয়া হয়। ইহাতে ম্যাগনেসিয়াম অদ্রাব্য হাইড্রক্সাইড হিসাবে অধঃক্ষিপ্ত হয় এবং উৎপন্ন ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড কার্বনেটে পরিণত হয়।

$$MgCl_2 + Ca(OH)_2 = Mg(OH)_2 + CaCl_2$$
$$CaCl_2 + Na_2CO_3 = CaCO_3 + 2NaCl$$

গ্যান্স্‌-এর পারমুটিট্‌ প্রণালী (Gan's Permutit Process)—পারমুটিট্‌ প্রণালীতে অস্থায়ী ও স্থায়ী উভয় প্রকার খরতাই দূর করা যায়। সোডিয়াম, অ্যালুমিনিয়াম ইত্যাদি ধাতুর সিলিকেটের মিশ্রণে গঠিত জিয়োলাইট্‌ (Zeolite) এক শ্রেণীর খনিজ পদার্থ। কৃত্রিম উপায়ে প্রস্তুত জিয়োলাইট্‌ শ্রেণীভুক্ত পদার্থগুলিকে পারমুটিট্‌ বলে। পারমুটিটের মধ্য দিয়া খর জল পরিস্রুত করিলে পারমুটিটের পরাবিদ্যুৎবাহী অংশ সোডিয়াম (Na^+)-এর সহিত জলে দ্রবীভূত লবণের পরাবিদ্যুৎ-বাহী অংশ ক্যালসিয়াম (Ca^{2+}) বা ম্যাগনেসিয়াম (Mg^{2+})-এর স্থান বিনিময় হয়। ফলে পরিস্রুত জলে সোডিয়াম লবণ থাকে এবং খর জল ক্যালসিয়াম ও

ম্যাগনেসিয়াম লবণ মুক্ত হইয়া মৃদু জলে পরিণত হয়। আর, পারমুটিট্ অদ্রাব্য ক্যালসিয়াম ও ম্যাগনেসিয়াম পারমুটিটে পরিণত হয়।

Na-পারমুটিট্ + Ca-লবণ
→Ca-পারমুটিট্ + Na-লবণ
Na-পারমুটিট্ + Mg-লবণ
→Mg-পারমুটিট্ + Na-লবণ

27 নং চিত্র—পারমুটিট্ প্রণালী

এই প্রণালীতে খর জল মৃদু করিবার জন্য 27 নং চিত্রের ন্যায় যন্ত্র ব্যবহার করা যাইতে পারে। এই যন্ত্রে একটি লম্বা নলের মধ্যে পারমুটিট্ স্তর ও কাঁকর স্তর থাকে। উপর হইতে খর জল যন্ত্রটিতে প্রবেশ করে এবং পারমুটিট্-স্তরের মধ্য দিয়া প্রবাহিত হইবার সময় মৃদু জলে পরিণত হয় এবং নীচের গ্রাহকে সঞ্চিত হয়। কিছু সময় ব্যবহারের পর যখন পারমুটিটের সমস্ত সোডিয়াম জলের ক্যালসিয়াম বা ম্যাগনেসিয়াম দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয় তখন উহার আর খরতা দূর করিবার শক্তি থাকে না, উহা নিষ্ক্রিয় হইয়া পড়ে। তখন উল্টাদিক হইতে কিছুক্ষণ ধরিয়া 10% সোডিয়াম ক্লোরাইড দ্রবণ প্রবাহিত করিলে বিপরীত ক্রিয়া ঘটে এবং নিষ্ক্রিয় পারমুটিট্-স্তর সোডিয়ামমুক্ত হয় এবং পুনরায় সক্রিয় হইয়া উঠে।

$$\left.\begin{matrix}Ca\\Mg\end{matrix}\right\}\text{-পারমুটিট্} + NaCl \rightarrow Na\text{-পারমুটিট্} + \left.\begin{matrix}Ca\\Mg\end{matrix}\right\}\text{ক্লোরাইড}$$

বর্তমানে কতকগুলি রাসায়নিক পদার্থ মিশ্রিত করিয়া খর জলকে মৃদু জলে পরিণত করা হয়। ইহাদের মধ্যে সোডিয়াম হেক্সা-মেটাফসফেট, [$(NaPO_3)_6$], বা ক্যাল্‌গন (Calgon) একটি। ক্যাল্‌গন জলের Ca, Mg লবণগুলিকে দ্রাব্য জটিল লবণে পরিণত করার ফলে জলের খরতা দূর হয়। ইহাতে কোনরূপ অধঃক্ষেপ পড়ে না।

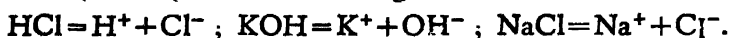
Q: 61. (a) Describe the solvent action of water. (b) Mention some solvents other than water with their uses.

[H. S. 1966 (Comp.)]

[(a) জলের দ্রাবণী-শক্তি বর্ণনা কর। (b) জল ব্যতীত অন্যান্য কয়েকটি দ্রাবকের নাম উহাদের ব্যবহার সহ উল্লেখ কর।]

Ans. (a) **জলের দ্রাবণী-শক্তি**—তরল পদার্থের মধ্যে জলই সর্বাপেক্ষা অধিক সংখ্যক পদার্থকে দ্রবীভূত করে এবং এইজন্য দ্রাবক হিসাবে জলের ব্যবহার সর্বাধিক। বিভিন্ন তাপমাত্রায় বিভিন্ন পদার্থ—কঠিন, তরল ও গ্যাসীয়—জলে দ্রবীভূত হয়। নানাবিধ লবণ জলে দ্রবীভূত থাকিবার জন্য জলের বিভিন্ন স্বাদ হয় ও উহাতে বিভিন্ন রোগ-নিরাময়কারী ধর্মের উৎপত্তি হয়। কতকগুলি পদার্থ জলে দ্রবীভূত হইবার সময় তাপ উৎপাদন করে। যথা H_2SO_4, NaOH, KOH। আবার কতকগুলি, যথা—NH_4Cl, জলে দ্রবীভূত হইবার সময় তাপ শোষণ করিয়া লয়।

বহু গ্যাসও জলে দ্রবীভূত হয়। মাছ প্রভৃতি জলচর প্রাণী এবং বহু জলজ উদ্ভিদ্ দ্রবীভূত অক্সিজেনের সাহায্যে শ্বাসকার্য চালাইয়া জীবনধারণ করে। অ্যাসিড, ক্ষার, লবণ ইত্যাদি অনেক তড়িৎ-বিশ্লেষ্য (electrolyte) পদার্থ জলে দ্রবীভূত হইবার পর পরাবিদ্যুৎবাহী বা অপরাবিদ্যুৎবাহী পরমাণু বা পরমাণু-সমষ্টিতে (ions) পরিবর্তিত হয়। এইজন্য জলকে 'Ionising solvent' বলা হয়।

$HCl = H^+ + Cl^-$; $KOH = K^+ + OH^-$; $NaCl = Na^+ + Cl^-$.

(জলীয় দ্রবণ) (জলীয় দ্রবণ) (জলীয় দ্রবণ)

(b) **জল ব্যতীত অন্যান্য দ্রাবক**—জলের দ্রাবণী শক্তি সর্বাপেক্ষা বেশী হইলেও বহু জৈব পদার্থ জলে অদ্রবণীয়। জল ব্যতীত অন্যান্য যে সব দ্রাবক ব্যবহৃত হয় তাহাদের নাম—অ্যাসিটোন, অ্যালকোহল, কার্বন টেট্রা-ক্লোরাইড, ক্লোরোফর্ম, কার্বন ডাই-সালফাইড, ইথার, কেরোসিন, পেট্রল ইত্যাদি।

পেট্রল, কেরোসিন ইত্যাদি খনিজ তৈল, নারিকেল তৈল, সরিষার তৈল ইত্যাদি উদ্ভিজ্জ তৈল, ঘৃত চর্বি ইত্যাদি পদার্থ অ্যাসিটোন, বেনজিন, কার্বন টেট্রা-ক্লোরাইড, কার্বন ডাই-সালফাইড, ইথার ইত্যাদি দ্রাবক দ্রবীভূত হয়। মোম, রবার, গালা-জাতীয় পদার্থ কার্বন টেট্রা-ক্লোরাইডে, বার্নিশ, রজন অ্যালকোহলে, রং তিসির তৈলে দ্রবীভূত হয়।

Q. 62. (a) How would you test if a sample of colourless liquid is water ?

[একটি বর্ণহীন তরল পদার্থ জল কিনা কিরূপে পরীক্ষা করিবে ?]

(b) If you were given two bottles, one containing tap-water, and the other distilled water, how would you find out which was which ? Explain your method.

[দুইটি বোতলের একটিতে কলের জল এবং অপরটিতে পাতিত জল আছে। কোন্ বোতলে কোন্ প্রকার জল আছে তাহা কিরূপে বুঝিবে ?]

(c) Explain clearly why a flask containing cold water becomes wet on the outside when it is first heated by a Bunsen burner. Would it become damp if it were heated on electric hot plate ?

[ফ্লাস্কে জল লইয়া বুনসেন বার্নারে উত্তপ্ত করিলে ফ্লাস্কের বাহিরের অংশ কেন প্রথম আর্দ্র লাগে ? ইলেকট্রিকের তপ্ত-প্লেটের সাহায্যে উত্তপ্ত করিলে উহাকে ঐরূপ আর্দ্র মনে হইবে কি ?]

Ans. (a) (i) সাদা অনার্দ্র কপার সালফেটের সহিত কয়েক ফোঁটা তরল পদার্থ মিশান হইল। সাদা কপার সালফেট নীল হইলে ঐ তরল পদার্থ টি জল।

(ii) সদ্য-দগ্ধ (freshly burnt) চুনের উপর তরল পদার্থ ছড়াইয়া দেওয়া হইল। তরল পদার্থ টি জল হইলে হিস্ হিস্ শব্দ করিয়া চুন গুঁড়া গুঁড়া হইয়া যায় এবং প্রচুর তাপ উৎপন্ন হয়। $CaO+H_2O=Ca(OH)_2$ ।

(iii) সাধারণ বায়ু-চাপে বিশুদ্ধ তরল পদার্থ টির স্ফুটনাঙ্ক 100°C এবং হিমাঙ্ক 0°C হইলে উহা জল।

(b) নিম্নলিখিত পরীক্ষাগুলি হইতে জানা যায় যে কোন্ বোতলের জল কলের জল এবং কোন্ বোতলের জল পাতিত জল।

পরীক্ষা	*পর্যবেক্ষণ ও সিদ্ধান্ত*
(i) ওয়াচ-গ্লাসে সামান্য জল লইয়া তাপ প্রয়োগে বাষ্পীভূত করা হইল।	(i) অবশেষ থাকিলে কলের জল; অবশেষ না থাকিলে পাতিত জল।
(ii) জলের আরেকাংশে লঘু HNO_3 এবং $AgNO_3$ দ্রবণ যোগ করা হইল।	(ii) সাদা ঘোলাটে ভাব আসিলে কলের জল ; নতুবা পাতিত জল।

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ ও সিদ্ধান্ত
(iii) জলের অপরেকাংশে লঘু HCl ও $BaCl_2$ দ্রবণ যোগ করা হইল।	(iii) সাদা ঘোলাটে ভাব আসিলে কলের জল ; নতুবা পাতিত জল।
(iv) জলের আরেকাংশে লঘু অ্যাসেটিক অ্যাসিড ও অ্যামোনিয়াম অক্সালেট দ্রবণ মিশান হইল।	(iv) ,, ,, ,, ,,

(ii) নং পরীক্ষা কলের জলে ক্লোরাইডের অস্তিত্ব, (iii) নং পরীক্ষা সালফেটের অস্তিত্ব এবং (iv) নং পরীক্ষা ক্যালসিয়ামের অস্তিত্ব প্রমাণ করে। পাতিত জলে এই পদার্থগুলি থাকে না।

(c) বুনসেন বার্নারে কোল গ্যাস জ্বালাইয়া তাপ সৃষ্টি করা হয়। কোল গ্যাস হাইড্রোজেন, মিথেন, কার্বন মনোক্সাইড, ইথিলিন, অ্যাসিটিলিন ইত্যাদি গ্যাসের মিশ্রণ। হাইড্রোজেন, মিথেন ইত্যাদি গ্যাস অক্সিজেনে দহনের ফলে জলীয় বাষ্প উৎপন্ন হয়। এই বাষ্প শীতল জলপূর্ণ ফ্লাস্কের বাহিরের অংশের সংস্পর্শে আসিয়া তরল জলে পরিণত হয় বলিয়া প্রথমে ফ্লাস্কের বাহিরের অংশ আর্দ্র লাগে। কিছুক্ষণ পরে উত্তাপ বাড়িলে ইহা শুষ্ক হইয়া যায়।

$$2H_2+O_2=2H_2O\ ;\ CH_4+2O_2=CO_2+2H_2O$$

ইলেকট্রিকের তপ্ত-প্লেটের সাহায্যে উত্তপ্ত করিলে এরূপ কোন জল উৎপন্নের সম্ভাবনা থাকে না বলিয়া ইহা আর্দ্র হয় না।

Q. 63. How and under what conditions does water react with the following ?

[নিম্নলিখিত পদার্থগুলি জলের সহিত কিরূপে এবং কি অবস্থায় বিক্রিয়া করে ?]

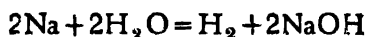
(1) Sodium (H. S. '63, 69) ; **Calcium** ('71 Comp.) ; **Magnesium ; Zinc ; Aluminium ; Iron** ('63, 66).

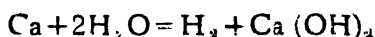
(2) Sodium oxide ; Sodium per-oxide ('63) ; **Calcium oxide or lime** ('63, 66) ; **Carbon dioxide. Sulphur dioxide, Sulphur trioxide, Phosphorus trioxide, Phosphorus pentoxide** ('63, 69).

(3) Chlorine ('65), **Calcium hydride, Sodium hydride, Calcium**

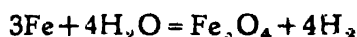
carbide ('66) ; **Calcium nitride, Magnesium nitride, Aluminium nitride, Calcium cyanamide.**

Ans. (1) **সোডিয়াম** – সাধারণ তাপমাত্রায় সোডিয়াম জলকে বিস্ফোরণ সহ বিশ্লিষ্ট করে। হাইড্রোজেন এবং সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড উৎপন্ন হয়।

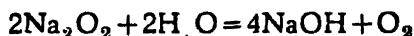
$$2Na + 2H_2O = H_2 + 2NaOH$$

ক্যালসিয়াম—সাধারণ তাপমাত্রায় ক্যালসিয়াম জলকে বিযোজিত করে। হাইড্রোজেন ও ক্যালসিয়াম হাইড্রক্সাইড উৎপন্ন হয়।

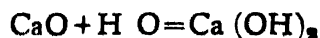
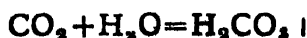
$$Ca + 2H_2O = H_2 + Ca(OH)_2$$

ম্যাগনেসিয়াম, জিংক, অ্যালুমিনিয়াম—53 প্রশ্নোত্তরের (a)-এর (ii) ও (iii) অংশ (পৃঃ 104-105) দেখ।

আয়রন—লোহিত-তপ্ত আয়রনের উপর স্টীম পরিচালিত করিলে স্টীম বিযোজিত হয়। হাইড্রোজেন ও ফেরোসো-ফেরিক অক্সাইড উৎপন্ন হয়।

$$3Fe + 4H_2O = Fe_3O_4 + 4H_2$$

(2) **সোডিয়াম অক্সাইড**—ইহা জলে দ্রবীভূত হইয়া সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড (ক্ষার দ্রবণ) উৎপন্ন করে।

$$Na_2O + H_2O = 2NaOH$$

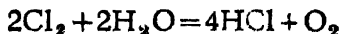
সোডিয়াম পার-অক্সাইড—সাধারণ তাপমাত্রায় সোডিয়াম পার-অক্সাইড ও জলের বিক্রিয়ায় অক্সিজেন নির্গত হয়। দ্রবণে সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড উৎপন্ন হয়। $2Na_2O_2 + 2H_2O = 4NaOH + O_2$

ক্যালসিয়াম অক্সাইড বা **চুন** - চুনের সহিত জল মিশাইলে হিস্ হিস্ শব্দ সহ তাপের উদ্ভব হয় এবং চুন ফুলিয়া উঠিয়া শুষ্ক পাউডার কলিচুনে পরিণত হয়। অতিরিক্ত কলিচুনের সহিত অল্প জল মিশাইলে চুন-গোলা পাওয়া যায়। আবার, কলিচুনের সহিত অতিরিক্ত জল মিশাইলে কলিচুন সম্পূর্ণ দ্রবীভূত না হইয়া নীচে জমে। উপরের স্বচ্ছ দ্রবণকে চুন জল বলে।

$$CaO + H_2O = Ca(OH)_2$$

কার্বন ডাই অক্সাইড—ইহা জলে দ্রবীভূত হইয়া কার্বনিক অ্যাসিড উৎপন্ন করে। $CO_2 + H_2O = H_2CO_3$ ।

সালফার ডাই-অক্সাইড—ইহা জলে দ্রবীভূত হইয়া সালফিউরাস অ্যাসিড উৎপন্ন করে। $SO_2+H_2O=H_2SO_3$

সালফার ট্রাই-অক্সাইড—ইহা জলের সহিত সালফিউরিক অ্যাসিড উৎপন্ন করে। $SO_3+H_2O=H_2SO_4$

ফসফরাস ট্রাই-অক্সাইড—ইহা শীতল জলে দ্রবীভূত হইয়া ফসফরাস অ্যাসিড উৎপন্ন করে। $P_2O_3+3H_2O=2H_3PO_3$

ফসফরাস পেণ্টক্সাইড—শীতল জলের সহিত ইহা মেটা-ফসফরিক অ্যাসিড উৎপন্ন করে। $P_2O_5+H_2O=2HPO_3$। জল মিশাইয়া ফুটাইলে ইহা অর্থো-ফসফরিক অ্যাসিডে পরিণত হয়। $P_2O_5+3H_2O=2H_3PO_4$

(3) **ক্লোরিন**—ক্লোরিন জলের সহিত হাইপোক্লোরাস অ্যাসিড উৎপন্ন করে। উজ্জ্বল সূর্যালোকে ক্লোরিন জল বিযোজিত হইয়া অক্সিজেন ও হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়। $2Cl_2+2H_2O=4HCl+O_2$

ক্যালসিয়াম হাইড্রাইড ও সোডিয়াম হাইড্রাইড—পৃষ্ঠ 106 দেখ।

ক্যালসিয়াম কার্বাইড—সাধারণ তাপমাত্রায় ক্যালসিয়াম কার্বাইড ও জলের বিক্রিয়ায় অ্যাসিটিলীন গ্যাস উৎপন্ন হয়।

$$CaC_2+2H_2O=Ca(OH)_2+C_2H_2$$

ক্যালসিয়াম নাইট্রাইড, ম্যাগনেসিয়াম নাইট্রাইড, অ্যালুমিনিয়াম নাইট্রাইড, ক্যালসিয়াম সায়ানামাইড—নাইট্রোজেনের ধর্ম, পৃষ্ঠা 78 দেখ।

Q. 64. How would you prove that water is a compound ?
(H. S. 1969)

[জল যে একটি যৌগিক পদার্থ তাহা কিরূপে প্রমাণ করিবে ?]

Ans. নিম্নোক্ত যুক্তিগুলির সাহায্যে প্রমাণ করা যায় যে জল একটি যৌগিক পদার্থ।

(i) যৌগিক পদার্থে উপাদানগুলির ওজনের অনুপাত সর্বদা নির্দিষ্ট থাকে। জলের মধ্যে উহার উপাদান হাইড্রোজেন ও অক্সিজেনের পরিমাণ একেবারে নির্দিষ্ট। বিশুদ্ধ জলে ওজন হিসাবে এক ভাগ হাইড্রোজেন ও আট ভাগ অক্সিজেন এবং আয়তন হিসাবে দুই ভাগ হাইড্রোজেন ও একভাগ অক্সিজেন বর্তমান।

(ii) যৌগিক পদার্থে উপাদানগুলির নিজ নিজ ধর্মের লোপ হয় এবং যৌগটির নিজস্ব নূতন ধর্মের আবির্ভাব হয়। জলে হাইড্রোজেন বা অক্সিজেনের নিজস্ব কোন ধর্ম থাকে না। জলের নিজস্ব নূতন ধর্ম আছে।

(iii) দুই আয়তন হাইড্রোজেন ও এক আয়তন অক্সিজেন মিলিত হইয়া যখন জল উৎপন্ন হয় তখন তাপের উদ্ভব হয় এবং আয়তনের পরিবর্তন ঘটে।

(iv) কোন সহজ যান্ত্রিক উপায়ে জল হইতে হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন পৃথক করা যায় না।

Q. 65. Oxygen is present both in air and in water. How would you prove that in air it is present as in a mixture whereas in water it is present in chemical combination ? [H. S. 1969]

[বায়ু ও জল, এই দুয়ের মধ্যেই অক্সিজেন আছে। কিন্তু বায়ুর মধ্যে উহা সাধারণ মিশ্রণরূপে এবং জলের মধ্যে রাসায়নিক সংযোগে আছে, ইহা কিরূপে প্রমাণ করিতে পার ?]

Ans. [37নং ও 64নং প্রশ্নোত্তর দেখ।]

Q. 66. Describe, with equations, the action of water on (a) metals, (b) oxides of metals, (c) oxides of non-metals.

[(a) ধাতু, (b) ধাতব অক্সাইড এবং (c) অধাতব অক্সাইডের উপর জলের ক্রিয়া সমীকরণ সহ বর্ণনা কর।]

Ans. 63নং প্রশ্নোত্তর দেখ।

Q. 67. How would you determine the volumetric composition of water ? [H. S. 1965 ; 1968 (Comp.)].

[জলের আয়তনমাত্রিক-সংযুতি কিরূপে নির্ণয় করিবে ?]

Or,

How would you prove that water is composed of two volumes of hydrogen and one volume of oxygen ?

[জল যে দুই আয়তন হাইড্রোজেন এবং এক আয়তন অক্সিজেন লইয়া গঠিত তাহা কিরূপে প্রমাণ করিবে ?]

Ans. জলের আয়তনমাত্রিক সংযুতি বৈশ্লেষিক পদ্ধতি বা সাংশ্লেষিক পদ্ধতির সাহায্যে নির্ণয় করা যায়।

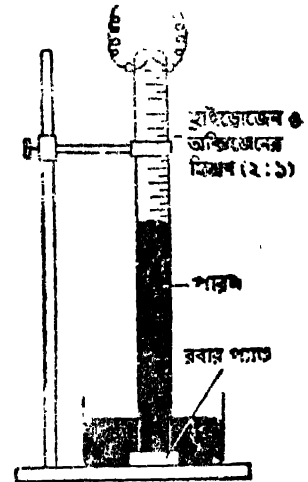
(a) **বৈশ্লেষিক পদ্ধতি** (Analytical method)—এই পদ্ধতিতে তড়িতের সাহায্যে জলকে বিশ্লিষ্ট করিয়া হাইড্রোজেন ও অক্সিজেনের আয়তন মাপা হয়।

পরীক্ষা—এই পরীক্ষার জন্য হফ্‌ম্যানের ভোল্ট মিটার যন্ত্র ব্যবহার করা হয়। এই যন্ত্রে একটি অংশাংকিত U-টিউব-এর নীচের দিকে দুটি প্লাটিনাম পাত এবং উপরের দিকে দুইটি স্টপ-কক্ যুক্ত থাকে। U-টিউবের মধ্যস্থলে ফানেল যুক্ত আরেকটি অপেক্ষাকৃত বড় নল আছে। ফানেল-যুক্ত নলটির মধ্য দিয়া লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড মিশ্রিত বিশুদ্ধ জল ঢালিয়া U-টিউবের দুইটি বাহুই সম্পূর্ণরূপে জল-পূর্ণ করা হয়। প্লাটিনাম পাত দুইটিকে বাহির হইতে একটি ব্যাটারীর দুই প্রান্তে সংযুক্ত করা হয়। ব্যাটারীর নেগেটিভের সহিত যে প্লাটিনাম পাত যুক্ত আছে তাহাকে **ক্যাথোড** (cathode) এবং পজিটিভের সহিত যুক্ত পাতকে **অ্যানোড** (anode) বলে। ব্যাটারী হইতে তড়িৎ চালনা করিলে পাত্র মধ্যস্থ জল বিশ্লিষ্ট হয় এবং উৎপন্ন গ্যাস বুদ্‌বুদাকারে অংশাংকিত নলের জল অপসারিত করিয়া উহাদের মধ্যে সঞ্চিত হয়। দেখা যায়, ক্যাথোডের উপর যে গ্যাস জমা হয় তাহার আয়তন সর্বদা অ্যানোডের উপরে সঞ্চিত গ্যাসের আয়তনের দ্বিগুণ। অ্যানোডের গ্যাস যে অক্সিজেন তাহার প্রমাণ—এই গ্যাস শিখাহীন জলন্ত শলাকাকে দপ্ করিয়া জ্বালাইয়া দেয়, নাইট্রিক অক্সাইডের সংস্পর্শে ইহা বাদামী বর্ণের গ্যাস উৎপন্ন করে। ক্যাথোডের গ্যাস যে হাইড্রোজেন তাহার প্রমাণ—এই গ্যাসে জলন্ত শলাকা প্রবেশ করাইলে উহা নিভিয়া যায় কিন্তু গ্যাস নীলাভ শিখায় জ্বলিতে থাকে।

৪৪ নং চিত্র—বৈশ্লেষিক পদ্ধতিতে জলের আয়তনমাত্রিক সংযুতি নির্ণয়

এই পরীক্ষা দ্বারা প্রমাণিত হয় যে জল দুই আয়তন হাইড্রোজেন ও এক আয়তন অক্সিজেন লইয়া গঠিত।

(b) সাংশ্লেষিক পদ্ধতি (Synthetic method)—এই পদ্ধতিতে নির্দিষ্ট আয়তনের হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন গ্যাসের মিশ্রণে তড়িৎ-স্ফুলিঙ্গ চালনা করিয়া জল উৎপন্ন করা হয়।

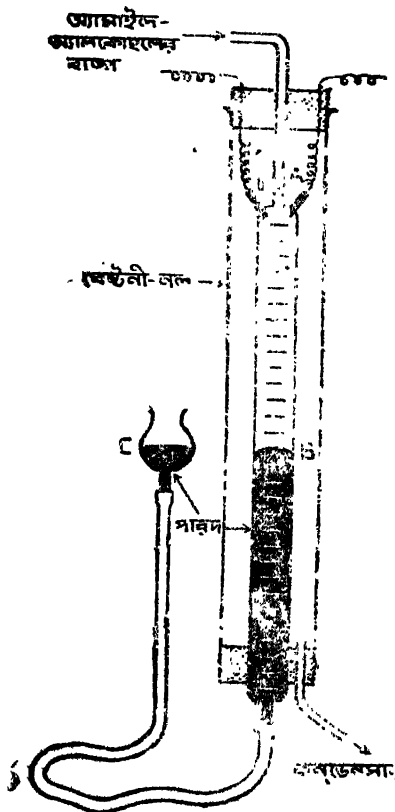
পরীক্ষা—একটি দীর্ঘ লম্বা গ্যাস-মাপক নল (eudiometer) লওয়া হয়। নলটির এক মুখ খোলা ও অপর মুখে দুইটি প্লাটিনাম তার লাগান আছে। প্লাটিনাম তার দুইটির সাহায্যে তড়িৎ-স্ফুলিঙ্গ দেওয়া হয়। নলটিকে সম্পূর্ণরূপে পারদপূর্ণ করিয়া একটি পারদাধার (mercury trough)-এ বসান হয়। 2 : 1 আয়তনের অনুপাতে মিশ্রিত বিশুদ্ধ ও শুষ্ক হাইড্রোজেন এবং অক্সিজেন গ্যাস এই নলে পারদ অপসারণ দ্বারা সংগ্রহ করিয়া নলটিকে একটি রবারের প্যাডের উপর স্থাপন করা হয়। (লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড মিশ্রিত জলের তড়িৎ-বিশ্লেষণ দ্বারা উৎপন্ন গ্যাস-মিশ্রণকে গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডের মধ্য দিয়া প্রবাহিত করিয়া এই মিশ্রণ ব্যবহার করা হয়।) নলটিকে রবার প্যাডের উপর জোরে চাপিয়া ধরিয়া তড়িৎ-স্ফুলিঙ্গ চালনা করা হয়। বিস্ফোরণের সহিত হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন গ্যাস সংযুক্ত হয়। নলটি শীতল হইলে প্যাড্ হইতে নলটিকে আলগা করিলে দেখা যায়, পারদাধার হইতে পারদ উঠিয়া নলটিকে সম্পূর্ণরূপে পূর্ণ করে।

20 নং চিত্র—সাংশ্লেষিক পদ্ধতিতে জলের আয়তনমাত্রিক সংযুতি নির্ণয়

অতএব, 2 ভাগ আয়তনের হাইড্রোজেন এবং 1 ভাগ আয়তনের অক্সিজেন সংযুক্ত হইয়া জল উৎপন্ন করে এবং উৎপন্ন জলের আয়তন এই গ্যাসগুলির আয়তনের তুলনায় অতি নগণ্য।

Q. 68. Describe an experiment for determining the volumetric composition of steam.

[ষ্টীমের আয়তনমাত্রিক সংযুতি নির্ণয় করিবার জন্য একটি পরীক্ষা বর্ণনা কর।]

Ans. 100° সেন্টিগ্রেড অপেক্ষা উচ্চতর তাপমাত্রায় 2 : 1 আয়তনিক অনুপাতে মিশ্রিত হাইড্রোজেন ও অক্সিজেনের মিশ্রণের মধ্যে তড়িৎ-স্ফুলিঙ্গ চালনা করিয়া ষ্টীমের আয়তনমাত্রিক সংযুতি নির্ণয় করা হয়।

AB একটি অংশাঙ্কিত কাচ-নল—ইহার এক মুখ স্টপ-ককযুক্ত এবং অপর মুখ লম্বা রবার নলের সাহায্যে একটি ফানেলের (C) সহিত যুক্ত। স্টপ-ককের দিকের নলের গায়ে কাচ গলাইয়া দুইটি প্লাটিনাম তার ল্যাগান থাকে। ইহাদের সাহায্যে তড়িৎ-স্ফুলিঙ্গ দেওয়া হয়। AB নলের চারিদিক ঘিরিয়া একটি বেষ্টনী-নল রহিয়াছে। ইহার মধ্য দিয়া অ্যামাইল অ্যালকোহলের বাষ্প (132°C তাপমাত্রা) পরিচালিত করিবার বন্দোবস্ত আছে। ইহাতে AB কাচ নলটি ঐ তাপমাত্রার কাছাকাছি থাকে।

40 নং চিত্র—ষ্টীমের আয়তনমাত্রিক সংযুতি নির্ণয়

স্টপ-কক্ খোলা অবস্থায় ফানেলটি (C) তুলিয়া AB নলকে সম্পূর্ণরূপে পারদে ভর্তি করা হয়। তারপর ফানেলটি নামাইয়া স্টপ-ককের মধ্য দিয়া দুই আয়তন হাইড্রোজেন এবং এক আয়তন অক্সিজেনের মিশ্রণ পারদ অপসারণ দ্বারা AB নলে সংগ্রহ করা হয় এবং স্টপ-কক্ বন্ধ করা হয়। (লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড মিশ্রিত জলের তড়িৎ-বিশ্লেষণ দ্বারা উৎপন্ন গ্যাস-মিশ্রণকে গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডের মধ্য দিয়া প্রবাহিত করিয়া এই গ্যাস-মিশ্রণ ব্যবহার

করা হয়।) উপর হইতে বেষ্টনী-নলের মধ্যে ফুটন্ত অ্যামাইল অ্যালকোহলের বাষ্প চালনা করা হয়—নীচ হইতে বাষ্প বাহির হইয়া আসে। তাপমাত্রা স্থির হইলে AB নলের এবং ফানেলের (C) পারদ একই সমতলে আনিয়া গ্যাস-মিশ্রণের সঠিক আয়তন দেখা হয়। ফানেলটি যথাসম্ভব নীচে নামাইয়া AB নলের ভিতরের চাপ কমাইয়া প্লাটিনাম-তার দুইটি আবেশ-কুণ্ডলীর (Induction coil) সহিত যুক্ত করিয়া তড়িৎ-স্ফুলিঙ্গ চালনা করা হয়। হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন যুক্ত হইয়া ঐ তাপমাত্রায় (132°C) স্টীমে পরিণত হয়। স্থির তাপমাত্রা আসিলে AB নলের এবং ফানেলের পারদ-তল একই উচ্চতায় আনা হয়। দেখা যায় যে, উৎপন্ন স্টীমের আয়তন হাইড্রোজেন ও অক্সিজেনের মিশ্রণের (যাহা পরীক্ষার জন্য লওয়া হইয়াছিল) আয়তনের তিন ভাগের দুই ভাগ। অতঃপর অ্যামাইল অ্যালকোহলের বাষ্প বন্ধ করিয়া যন্ত্রটিকে ঘরের তাপমাত্রা পর্যন্ত ঠাণ্ডা করিলে দেখা যায় যে, পারদ ধীরে ধীরে AB নল বাহিয়া উঠিয়া উহাকে সম্পূর্ণ ভর্তি করিয়া দেয়। অর্থাৎ AB নলে কোন গ্যাসীয় পদার্থ অবশিষ্ট নাই। সুতরাং দুই আয়তন হাইড্রোজেন এক আয়তন অক্সিজেনের সহিত যুক্ত হইয়া দুই আয়তন স্টীম উৎপন্ন করে।

Q 69· Describe Duma's experiment on the composition of water by weight (or gravimetric composition of water).

[H. S. 1965 ; 1971 (Comp.)]

[জলের ওজনমাত্রিক সংযুতি নির্ণয়ের ডুমার পরীক্ষা বর্ণনা কর।]

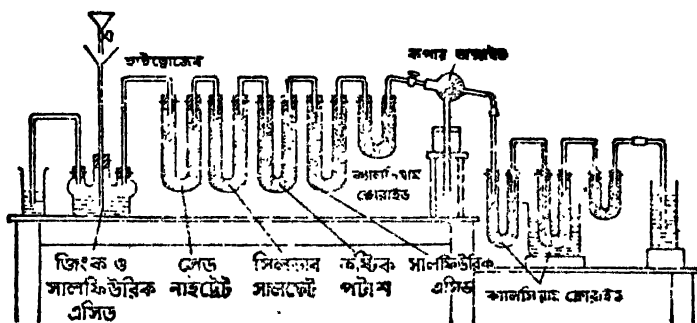
Or,

Describe one method of finding the proportions by weight in which oxygen and hydrogen combine to form water, indicating the precautions which should be taken.

[জলে ওজন হিসাবে অক্সিজেন ও হাইড্রোজেনের অনুপাত নির্ণয় করিবার জন্য একটি পরীক্ষা বর্ণনা কর এবং কি কি সতর্কতা অবলম্বন করা প্রয়োজন তাহা উল্লেখ কর।]

Ans. নীতি—বিশুদ্ধ হাইড্রোজেনকে উত্তপ্ত কিউপ্রিক অক্সাইডের উপর দিয়া প্রবাহিত করাইলে হাইড্রোজেন কিউপ্রিক অক্সাইডের অক্সিজেনের সহিত সংযুক্ত হইয়া জল উৎপন্ন করে এবং কিউপ্রিক অক্সাইড ধাতব কপারে পরিণত হয়। উৎপন্ন

জলের ওজন এবং কিউপ্রিক অক্সাইডের ওজন হ্রাস হইতে জলে হাইড্রোজেন ও অক্সিজেনের ওজন নির্ণয় করা হয়। $CuO + H_2 = Cu + H_2O$.

পরীক্ষা—জিংক ও সালফিউরিক অ্যাসিড হইতে উৎপন্ন হাইড্রোজেন গ্যাসকে কতকগুলি U-নলের মধ্য দিয়া প্রবাহিত করানো হয়। এই নলগুলি যথাক্রমে লেড নাইট্রেট দ্রবণ, সিলভার সালফেট দ্রবণ, কঠিন কস্টিক পটাস ও গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড (বা ফসফরাস পেণ্টক্সাইড) দ্বারা পূর্ণ থাকে। হাইড্রোজেনের মধ্যে অবিশুদ্ধ পদার্থ ও জলীয় বাষ্প এই পদার্থগুলির দ্বারা অপসারিত হয়। বিশুদ্ধ

41 নং চিত্র—জলের ওজনমাত্রিক সংযুতি নির্ণয়ের ডুমার পরীক্ষা

ও শুষ্ক হাইড্রোজেন ক্যালসিয়াম ক্লোরাইডে পূর্ণ U-নলের মধ্য দিয়া একটি শুষ্ক কাচের বাল্‌বে প্রবেশ করে। এই U-নলের ওজন অপরিবর্তিত থাকিলে বুঝা যায় যে হাইড্রোজেন সম্পূর্ণরূপে জলীয় বাষ্প-মুক্ত হইয়াছে। কাচের বাল্‌বটি প্রথমে ওজন করা হয় এবং তারপর উহার মধ্যে শুষ্ক কিউপ্রিক অক্সাইড রাখিয়া পুনরায় ওজন করা হয়। এই দুই ওজনের পার্থক্য কিউপ্রিক অক্সাইডের ওজন। বাল্‌বের অপর প্রান্ত পূর্বে ওজন করা কয়েকটি গলিত (fused) ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড-পূর্ণ U-নলের সহিত যুক্ত থাকে। উৎপন্ন জলীয় বাষ্প ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড নলে শোষিত হয়। সর্বশেষে ফসফরাস্ পেণ্টক্সাইড-পূর্ণ একটি গার্ড-টিউব (guard tube) লাগান থাকে, যাহাতে বায়ুর জলীয় বাষ্প U-নলে প্রবেশ করিতে না পারে।

এইরূপে যন্ত্রপাতি সাজাইবার পর উহার মধ্য দিয়া বিশুদ্ধ ও শুষ্ক হাইড্রোজেন পরিচালিত করিয়া বায়ু অপসারিত করা হয়। তারপর কপার অক্সাইডপূর্ণ

বাল্‌বটিকে বার্নারের সাহায্যে ক্রমশঃ তীব্র উত্তপ্ত করা হয়। উৎপন্ন জলীয় বাষ্প চালিত হাইড্রোজেনের স্রোতে তাড়িত হইয়া ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড-নলগুলিতে শোষিত হয়।

পরীক্ষা শেষে উত্তাপ দেওয়া বন্ধ করিয়া হাইড্রোজেন গ্যাস চালনা করিয়া সমগ্র যন্ত্রটি শীতল করা হয়। তারপর কপার অক্সাইড-এর কাচের বাল্‌বটি ও জল শোষণ করিবার সমগ্র ব্যবস্থাটি (অর্থাৎ কাচের বাল্‌বের পরের ক্যালসিয়াম ক্লোরাইডপূর্ণ নলগুলি) ওজন করা হয়।

পরীক্ষার ফল—

পরীক্ষার পূর্বে, বাল্‌ব ও কপার অক্সাইডের ওজন $= a$ গ্রাম,

" " জল শোষণ করিবার সমগ্র ব্যবস্থাটির ওজন $= b$ গ্রাম,

পরীক্ষার পরে, বাল্‌ব ও কপার অক্সাইডের ওজন $= c$ গ্রাম,

" " জল শোষণ করিবার সমগ্র ব্যবস্থাটির ওজন $= d$ গ্রাম।

গণনা—

উৎপন্ন জলের ওজন $= (d - b)$ গ্রাম,

জল উৎপাদনে ব্যয়িত অক্সিজেনের ওজন $= (a - c)$ গ্রাম,

অতএব, সংযুক্ত হাইড্রোজেনের ওজন $= (d - b) - (a - c)$ গ্রাম।

সুতরাং, $(d - b) - (a - c)$ গ্রাম হাইড্রোজেন এবং $(a - c)$ গ্রাম অক্সিজেন যুক্ত হইয়া $(d - b)$ গ্রাম জল উৎপন্ন হইয়াছে।

প্রকৃত পরীক্ষায় দেখা যায় যে, হাইড্রোজেন ও অক্সিজেনের ওজনের অনুপাত
$= 1 : 7{\cdot}98$

Q. 70. (a) The following results were obtained in an experiment to determine the composition of water by weight. Calculate the ratio of the weight of hydrogen to that of oxygen in water.

[জলের ওজনমাত্রিক সংযুতি নির্ণয়ের একটি পরীক্ষায় নিম্নলিখিত ফল পাওয়া গিয়াছে; ইহা হইতে জলে হাইড্রোজেন ও অক্সিজেনের ওজনের অনুপাত নির্ণয় কর।]

Weight of bulb + copper oxide before expt. $= 44{\cdot}2152$ g.

Weight of bulb + copper oxide after expt. $= 42{\cdot}6214$ g.

Weight of drying apparatus before expt. = 136·4687 g.
Weight of drying apparatus after expt. = 138 2618 g.

Ans. পরীক্ষার পূর্বে কাচের বাল্‌ব ও কপার অক্সাইডের ওজন = 44·2152 গ্রাম
পরীক্ষার পরে „ „ „ „ „ = 42·6214 „

∴ জলে অক্সিজেনের ওজন = (44·2152 – 42·6214) গ্রাম = 1·5938 গ্রাম

উৎপন্ন জলের ওজন = (138·2618 – 136·4687) গ্রাম = 1·7931 গ্রাম।

∴ জলে হাইড্রোজেনের ওজন = (1·7931 – 1 5938) গ্রাম = 0·1993 গ্রাম।

$$\frac{\text{হাইড্রোজেনের ওজন}}{\text{অক্সিজেনের ওজন}} = \frac{0·1993}{1·5938} = \frac{1}{7·995}$$

Q. 70. (b) In an experiment 1·987 g. of cupric oxide were reduced by means of hydrogen, 1·587 g. of copper being left and 0·45 g. of water being formed. Describe how such an experiment could be carried out, stating the precautions that must be taken to ensure accuracy. Use the figures given to calculate the composition of water by weight.

[একটি পরীক্ষায় 1·937 g. কিউপ্রিক অক্সাইডকে হাইড্রোজেন গ্যাস দ্বারা বিজারিত করিয়া 1·587 g. কপার এবং 0·45 g. জল পাওয়া গেল। উপযুক্ত সতর্কতা সহ পরীক্ষাটি বর্ণনা কর এবং পরীক্ষাটির প্রদত্ত ফল হইতে জলের ওজন-মাত্রিক সংযুতি নির্ণয় কর।]

Ans. পরীক্ষার বর্ণনার জন্য 69নং প্রশ্নোত্তর দেখ।

গণনা—কপার অক্সাইডের ওজন = 1·937গ্রাম ; কপারের ওজন = 1·587 গ্রাম।

∴ অক্সিজেনের ওজন = (1·987 – 1·587) বা 0·40 গ্রাম।

∴ হাইড্রোজেনের ওজন = (0·45 – 0·40) বা 0·05 গ্রাম।

∴ **জলে হাইড্রোজেন ও অক্সিজেনের ওজনের অনুপাত = 0·05 : 0·40 = 1 : 8**

Q. 70. (c) From the composition of water by weight how would you arrive at its molecular formula ? [H. S. 19/1 (Comp.)]

[জলের ওজনমাত্রিক সংযুতি হইতে কিরূপে উহার আণবিক সংকেত নির্ণয় করিবে ?]

Ans. ওজনের অনুপাতে $H : O = 1 : 8$

সুতরাং পরমাণু-সংখ্যার অনুপাতে $H : O = \frac{1}{1} : \frac{8}{16} = 1 : \frac{1}{2} = 2 : 1$

∴ জলের স্থূল সংকেত $= H_2O$.

জলীয় বাষ্পের আপেক্ষিক ঘনত্ব $= 9$, সুতরাং আণবিক গুরুত্ব $= 2 \times 9 = 18$। সুতরাং আণবিক সংকেত $(H_2O)_n$ হইলে $(H_2O)_n = 18$, যেখানে n একটি পূর্ণ সংখ্যা।

$\therefore \quad (2+16)n = 18 \quad \therefore \quad n = 1$

∴ জলের আণবিক সংকেত $= H_2O$.

Q. 71. Explain, with equations, what happens when—

(i) steam is passed over red-hot iron. [H. S. 1960 (Comp.)]

(ii) dry hydrogen is passed over heated cupric oxide.

[H. S. 1960, '71 (Comp.)]

(iii) zinc and dil. H_2SO_4 are added to ferric chloride solution.

(iv) hydrogen is passed over heated calcium, and the solid product formed is treated with water.

(v) A mixture of hydrogen and chlorine is kept exposed to bright sunlight.

(vi) temporary hard water is boiled.

(vii) steam is passed over white hot coke.

(viii) magnesium is added to very dilute nitric acid.

(ix) zinc is added to potassium permanganate solution acidified with dil. H_2SO_4.

(x) hydrogen burns in air or oxygen.

Ans. (i) Q. 63 (i); (ii) Q. 50—হাইড্রোজেনের রাসায়নিক ধর্ম (ii); (iii) জিংক ও অ্যাসিড হইতে উৎপন্ন জায়মান হাইড্রোজেন ফেরিক ক্লোরাইডকে বিজারিত করিয়া ফেরাস ক্লোরাইডে পরিণত করে। দ্রবণের হলুদ বর্ণ চলিয়া যায়।

$Zn + H_2SO_4 = ZnSO_4 + 2[H]$; $\quad FeCl_3 + [H] = FeCl_2 + HCl$ ।

(iv) পৃষ্ঠা 99, ধর্ম (iv) এবং পৃষ্ঠা 106, 'ধাতুর হাইড্রাইড দ্বারা'। (v) পৃঃ 99 (vi) 69নং প্রশ্নোত্তরে জলের অস্থায়ী খরতা দূরীকরণ—স্ফুটন প্রণালী দেখ। (vii) 53নং প্রশ্নোত্তরের (b) অংশ, পৃঃ 105। (viii) হাইড্রোজেন নির্গত হয়। $Mg+2HNO_3=H_2+Mg(NO_3)_2$। (ix) পৃঃ 103 (x) Q. 50—হাইড্রোজেনের রাসায়নিক ধর্ম (i)।

Additional Questions with hints on answers

CHAPTER VI

1. What is distilled water ? Describe an apparatus by means of which distilled water may be prepared for laboratory purposes. What would be the result of evaporating some distilled water to dryness ?

[Hints. 16 ও 62 (b) নং প্রশ্নোত্তর দেখ।]

2. Water to which a little dil. sulphuric acid is added is electrolysed. What information does the experiment give on composition of water by volume ? Describe the experiment.

[Ans. 67 প্রশ্নোত্তরের (a) অংশ দেখ।]

3. How would you prepare hydrogen from (a) cold water, (b) steam, (c) an acid ? In each case state any conditions which must be observed and also the names of the products of the reactions. Give equations.

[Ans. 53নং প্রশ্নোত্তরের (a) অংশের (i) এবং (iii) ও 54 (a) নং প্রশ্নোত্তর দেখ।]

4. How would you show that when hydrogen burns in air, a liquid is formed which is water ?

[Ans. 51. (ii) নং প্রশ্নোত্তর দেখ।]

5. Describe experiments to show affinity of hydrogen for oxygen.

[Ans. অক্সিজেনের প্রতি হাইড্রোজেনের আসক্তি বেশী, কারণ (i) হাইড্রোজেন অক্সিজেনের সহিত যুক্ত হইয়া জল উৎপাদন করে। 51 (ii) নং প্রশ্নের পরীক্ষা বর্ণনা কর। (ii) হাইড্রোজেন অনেক ধাতব অক্সাইড হইতে অক্সিজেন অপসারণ করে। 51 (iii) নং প্রশ্নোত্তরের পরীক্ষা বর্ণনা কর।]

6. Describe two purely chemical reactions by which hydrogen may be obtained from water. Give equations. (H. S. 1961)

[Ans. Q. 53]

7. Describe how hydrogen may be prepared and collected by decomposition of water (i) by a metal (a) at ordinary temperature (b) at red heat (ii) without the application of chemicals. [H. S. 1963 (Comp.)]

[Ans. (i) 53নং প্রশ্নোত্তরের a (i) এবং (iii) অংশ, (ii) 67নং প্রশ্নোত্তরের (a) অংশ]

8. What are the disadvantages of hard water when used (i) in a boiler, (ii) in laundry and (iii) for cooking ? Indicate how water is purified for industrial purpose and drinking purpose. [Ans. 58, 59 (c) ও 50নং প্রশ্নোত্তর দেখ।]

9. What is mineral water ? What do you understand by potable and non-potable water ?

[যে জল বর্ণহীন, স্বচ্ছ, জীবাণুমুক্ত এবং যাহাতে কতকগুলি লবণ (যথা, Na, K, Ca. Mg-এর লবণ) দ্রবীভূত থাকে তাহাকে পেয়-জল (potable water) বলে। যে জল বিস্বাদ, দূষিত ও ক্ষতিকর অবিশুদ্ধি মিশ্রিত অর্থাৎ যাহা পানের উপযোগী নহে তাহাকে অপেয় জল (non-potable water) বলা হয়।] [Ans. খনিজ জলের জন্য 56নং প্রশ্নোত্তরের অংশ (2) দেখ।]

10. How and, under water conditions, does water react with (a) sodium (b) iron (c) phosphorus pentoxide (d) sodium peroxide (e) chlorine (f) carbon (g) quicklime (h) calcium chloride ? Give equations. [H. S. 1963, '66]

11. Write a short account of hard water, developing the following points : what is hard water ; what is hardness due to ; why is hard water unsuitable for laundry; boiler and drinking purposes ; how can hardness be removed.

[Ans. 58, 59, 60নং প্রশ্নোত্তর দেখ।]

12. Describe the different methods of decomposing water. What are the products in each case ? [Ans. 53নং প্রশ্নোত্তর দেখ।]

13. Describe, with a sketch of the apparatus, how you would carry out the experiment and collect the products when electric current is passed through water acidulated with dil. H_2SO_4, How would you identify the products obtained ? Under what conditions will they recombine to produce water again ? [H. S. 1961 (Comp.)]

[Ans. Q. 67 (a) বৈশ্লেষিক পদ্ধতি। প্লাটিনাম তারের সাহায্যে এই গ্যাস মিশ্রণের (হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন—2 : 1 অনুপাতে) মধ্যে তড়িৎ স্ফুলিঙ্গ চালনা করিলে জল উৎপন্ন হয়। $2H_2+O_2 = 2H_2O$]

CHAPTER V

Symbol, formula, valency and chemical equation

[চিহ্ন, সংকেত, যোজ্যতা ও রাসায়নিক সমীকরণ]

Q. 72. Define and illustrate :—

(i) Symbol, [H. S. 1960]

(ii) Formula, [H S. 1960]

(iii) Valency, [H. S. 1964, 1966 (Comp) ; '67 ; '69 (Comp) ; '70 ; '72]

(iv) Compound radical.

[উদাহরণ সহ সংজ্ঞা লিখ :—(i) চিহ্ন, (ii) সংকেত, (iii) যোজ্যতা, (iv) যৌগ-মূলক বা বর্গ।]

Ans. (i) **চিহ্ন** (Symbol)—মৌলিক পদার্থের নাম যাহা দ্বারা সংক্ষেপে প্রকাশ করা হয় তাহাকে **চিহ্ন** বলে।

সাধারণতঃ মৌলিক পদার্থের ইংরেজী নামের প্রথম অক্ষরদ্বারা, কিংবা একই আদি অক্ষর-বিশিষ্ট একাধিক নামের ক্ষেত্রে প্রথম অক্ষরের সহিত নামের আরেকটি অক্ষর যোগ করিয়া কিংবা ল্যাটিন নামের ক্ষেত্রে প্রথম দুই অক্ষরদ্বারা চিহ্ন প্রকাশ করা হয়। যথা—হাইড্রোজেন (Hydrogen) H-দ্বারা, নাইট্রোজেন (Nitrogen) N-দ্বারা, কার্বন (Carbon) C-দ্বারা, ক্যালসিয়াম (Calcium) Ca-দ্বারা, ক্লোরিন (Chlorine) Cl-দ্বারা, সোডিয়াম (Natrium) Na-দ্বারা, কপার (Cuprum) Cu-দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

চিহ্ন দ্বারা মৌলিক পদার্থের নাম, উহার একটি পরমাণু, এবং পারমাণবিক ওজন নির্দেশিত হয়। যথা, O লিখিলে অক্সিজেনের নাম, এক পরমাণু অক্সিজেন এবং 16 ভাগ ওজনের অক্সিজেন বুঝায়।

(ii) **সংকেত** (Formula) মৌলিক বা যৌগিক পদার্থের অণু যাহাদ্বারা সংক্ষেপে প্রকাশ করা হয় তাহাকে **সংকেত বা ফর্মুলা** বলে।

মৌলিক পদার্থের অণুর ক্ষেত্রে উহার চিহ্নের ডানদিকে একটু নীচে প্রতি অণুতে যত পরমাণু আছে সেই সংখ্যা লিখিয়া সংকেত প্রকাশ করা হয়। যথা, অক্সিজেন,

হাইড্রোজেন, নাইট্রোজেনের সংকেত যথাক্রমে O_2, H_2, N_2, কারণ উহাদের প্রত্যেকের প্রতি অণুর পরমাণু-সংখ্যা দুই। যৌগের ক্ষেত্রে গঠনকারী মৌলের চিহ্ন পাশাপাশি বসাইয়া উহাদের ডানদিকে একটু নীচে পরমাণু-সংখ্যা লিখিয়া সংকেত প্রকাশ করা হয়। সালফিউরিক অ্যাসিডের অণুতে 2 পরমাণু H, 1 পরমাণু S ও 4 পরমাণু O আছে, সুতরাং ইহার সংকেত H_2SO_4।

সংকেতদ্বারা পদার্থের নাম, উহার একটি অণু, কি কি মৌলের দ্বারা পদার্থটি গঠিত, কি কি অনুপাতে বিভিন্ন মৌল পরস্পরের সহিত সংযুক্ত এবং উহার আণবিক ওজন কত জানা যায়। H_2SO_4 লিখিলে বুঝায়—এক অণু সালফিউরিক অ্যাসিড 2 পরমাণু H, 1 পরমাণু S ও 4 পরমাণু অক্সিজেন লইয়া গঠিত। ইহার আণবিক ওজন $= 2 \times 1 + 1 \times 32 + 4 \times 16 = 98$। 98 ভাগ ওজনের সালফিউরিক অ্যাসিডে 2 ভাগ ওজনের হাইড্রোজেন, 32 ভাগ ওজনের সালফার এবং 64 ভাগ ওজনের অক্সিজেন আছে।

(iii) **যোজ্যতা** (valency)—একটি মৌলের অপর একটি মৌলের সহিত যুক্ত হইবার বা উহাকে অপসারণ করিবার ক্ষমতাকে **যোজ্যতা** বলে। মৌলের একটি পরমাণু যত সংখ্যক হাইড্রোজেন পরমাণুর সহিত যুক্ত হইতে পারে অথবা কোন যৌগ হইতে যত সংখ্যক হাইড্রোজেন-পরমাণু অপসারিত করিতে পারে সেই সংখ্যাদ্বারা মৌলের যোজ্যতা প্রকাশ করা হয়।

Cl, O, N ও C-এর প্রত্যেকের এক পরমাণু পৃথকভাবে এক, দুই তিন ও চারি পরমাণু হাইড্রোজেনের সহিত যুক্ত হইয়া যথাক্রমে HCl, H_2O, NH_3, CH_4 যৌগ গঠন করে। সুতরাং, Cl, O, N, C-এর যোজ্যতা যথাক্রমে 1, 2, 3 এবং 4। Na, Mg, Al-এর প্রতিটির একটি পরমাণু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড হইতে যথাক্রমে 1, 2, 3, পরমাণু হাইড্রোজেন অপসারিত করিয়া $NaCl$, $MgCl_2$, $AlCl_3$ যৌগ গঠিত করে। সুতরাং Na, Mg, Al-এর যোজ্যতা যথাক্রমে 1, 2, এবং 3।

যে সকল মৌল হাইড্রোজেনের সহিত প্রত্যক্ষভাবে যুক্ত হয় না বা যৌগ হইতে হাইড্রোজেন অপসারিত করিতে পারে না তাহাদের যোজ্যতা, যে মৌলের যোজ্যতা জানা আছে সেইরূপ কোন মৌলের সাহায্যে পরোক্ষভাবে পরিমাপ করা

হয়। যথা, গোল্ড (স্বর্ণ, চিহ্ন—Au) পরমাণু তিনটি একযোজী ক্লোরিনের সহিত যুক্ত হইয়া গোল্ড ক্লোরাইড $AuCl_3$ উৎপন্ন করে। সুতরাং, Au-এর যোজ্যতা তিন। মৌলের যোজ্যতা পরিবর্তনশীল হইতে পারে। যথা, সালফার ডাই-অক্সাইডে (SO_2) সালফারের যোজ্যতা 4; সালফার ট্রাই-অক্সাইডে উহার যোজ্যতা 6। $FeCl_2$ (ফেরাস ক্লোরাইড)-এ Fe-এর যোজ্যতা 2, কিন্তু $FeCl_3$ (ফেরিক ক্লোরাইড)-এ Fe-এর যোজ্যতা 3।

(iv) **যৌগ-মূলক বা বর্গ** (Compound radical)—অনেক সময় যৌগের অণুতে বিভিন্ন মৌলের বিভিন্ন সংখ্যক পরমাণু একত্রে থাকিয়া রাসায়নিক পরিবর্তনে অংশ গ্রহণ করে এবং এই পরমাণু সমষ্টি অপরিবর্তিত অবস্থায় একটি অণু হইতে অপর একটি অণুতে স্থানান্তরিত হয়। এইরূপ পৃথক অস্তিত্বহীন মৌলধর্মাবলম্বী পরমাণু-সমষ্টিকে **যৌগ-মূলক বা বর্গ** বলে।

Mg ও H_2SO_4-এর বিক্রিয়ায় SO_4 পরমাণু-সমষ্টি অপরিবর্তিত অবস্থায় Mg-এর সহিত যুক্ত হয় এবং $MgSO_4$ ও হাইড্রোজেন উৎপন্ন করে। NaCl ও $AgNO_3$-এর বিক্রিয়ায় AgCl ও $NaNO_3$ উৎপন্ন হয়। এখানে 'NO_3' $AgNO_3$ হইতে আসিয়া Na-এর সহিত যুক্ত হইয়াছে। সুতরাং SO_4, NO_3 যৌগ-মূলক। অন্যান্য যৌগ-মূলকের উদাহরণ—NH_4 (অ্যামোনিয়াম), OH (হাইড্রক্সিল), CO_3 (কার্বনেট) ইত্যাদি।

Q. 73. (a) Explain the significance of the formula $CaCO_3$.

[$CaCO_3$, এই সংকেতের পূর্ণ ব্যাখ্যা কর।]

(b) What do you understand by univalent, bivalent and trivalent elements?

[একযোজী, দ্বিযোজী, ত্রিযোজী মৌল বলিতে কি কি বোঝ উদাহরণ সহ বল।]

(c) Why is the valency of hydrogen taken as the standard of valency?

[যোজ্যতা-পরিমাপে হাইড্রোজেনের যোজ্যতাকে প্রমাণ যোজ্যতা ধরা হয় কেন?]

Ans. (a) $CaCO_3$ সংকেতদ্বারা বুঝা যায়—

(i) ক্যালসিয়াম, কার্বন ও অক্সিজেন এই তিনটি মৌল লইয়া ক্যালসিয়াম কার্বনেট গঠিত। (ii) এক অণু ক্যালসিয়াম কার্বনেটে এক পরমাণু ক্যালসিয়াম, এক পরমাণু কার্বন, ও তিন পরমাণু অক্সিজেন আছে। (iii) ইহার আণবিক ওজন $= 40 + 12 + 48 = 100$। (iv) 100 ভাগ ওজনের $CaCO_3$-তে 40 ভাগ ওজনের ক্যালসিয়াম, 12 ভাগ ওজনের কার্বন এবং 48 ভাগ ওজনের অক্সিজেন আছে।

(b) [প্রথমে 72 (iii) নং প্রশ্নোত্তর অনুযায়ী যোজ্যতার সংজ্ঞা লিখ।]

যে সকল মৌলের যোজ্যতা এক তাহাদিগকে একযোজী, যাহাদের যোজ্যতা দুই তাহাদের দ্বিযোজী এবং যাহাদের যোজ্যতা তিন তাহাদের ত্রিযোজী বলে।

একযোজী মৌল—ক্লোরিন, ব্রোমিন, সোডিয়াম, পটাসিয়াম ইত্যাদি।

দ্বি-যোজী মৌল—অক্সিজেন, ক্যালসিয়াম, ম্যাগনেসিয়াম, জিংক ইত্যাদি।

ত্রিযোজী মৌল—নাইট্রোজেন, অ্যালুমিনিয়াম, আয়রন (ইক্) ইত্যাদি।

(c) পরীক্ষাদ্বারা দেখা গিয়াছে যে, এমন কোন যৌগ নাই যাহাতে একটি হাইড্রোজেন পরমাণুর সহিত অন্য মৌলের একাধিক পরমাণু যুক্ত হইয়াছে। একমাত্র ব্যতিক্রম হইল হাইড্রোজোয়িক্ অ্যাসিড (N_3H)। সেইজন্য হাইড্রোজেনের যুক্ত হইবার ক্ষমতা বা যোজ্যতা সর্বাপেক্ষা কম। সেই কারণেই হাইড্রোজেনের যোজ্যতাকে প্রমাণ যোজ্যতা ধরিয়া অন্যান্য মৌলের যোজ্যতা পরিমাপ করা হয়।

Valencies of some elements and radicals with their symbols

(সংকেত সহ কয়েকটি মৌল ও মূলকের যোজ্যতা)

Monovalent (একযোজী)

মৌল—হাইড্রোজেন (H), ফ্লোরিন (F), ক্লোরিন (Cl), ব্রোমিন (Br), আয়োডিন (I), পটাসিয়াম (K), সোডিয়াম (Na), মারকারি (Hg-ous), কপার (Cu-ous), সিলভার (Ag)।

মূলক—অ্যামোনিয়াম (NH_4), হাইড্রক্সিল (OH), নাইট্রেট (NO_3), নাইট্রাইট

(NO_2), বাই-কার্বনেট (HCO_3), বাই-সালফেট (HSO_4), বাই-সালফাইট (HSO_3), পারম্যাঙ্গানেট (MnO_4), ক্লোরেট (ClO_3)।

Divalent (দ্বিযোজী)

মৌল—অক্সিজেন (O), সালফার (S), ক্যালসিয়াম (Ca), ম্যাগনেসিয়াম (Mg), জিংক (Zn), বেরিয়াম (Ba), ষ্ট্রন্সিয়াম (Sr), কপার (Cu-ic), মারকারি (Hg-ic), আয়রন (Fe-ous), টিন (Sn-ous), লেড (Pb-ous), ক্রোমিয়াম (Cr), ম্যাংগানিজ (Mn)।

মূলক—কার্বনেট (CO_3), সালফেট (SO_4), সালফাইট (SO_3), ক্রোমেট (CrO_4), ডাই-ক্রোমেট (Cr_2O_7), থায়োসালফেট (S_2O_3)।

Trivalent (ত্রিযোজী)

মৌল—নাইট্রোজেন (N), ফস্‌ফরাস (P), বোরোন (B), অ্যালুমিনিয়াম (Al), আয়রন (Fe-ic), ক্রোমিয়াম (Cr), ম্যাংগানিজ (Mn), গোল্ড (Au)।

মূলক—ফস্‌ফেট (PO_4), ফস্‌ফাইট (PO_3), বোরেট (BO_3), ফেরিসায়ানাইড [$Fe(CN)_6$]।

Tetravalent (চতুর্যোজী)

মৌল—কার্বন (C), সিলিকন (Si), সালফার (S), টিন (Sn-ic), লেড (Pb-ic), ম্যাংগানিজ (Mn)।

মূলক—ফেরোসায়ানাইড [$Fe(CN)_6$]।

Pentavalent (পঞ্চযোজী)

মৌল—নাইট্রোজেন, ফস্‌ফরাস।

Hexavalent (ষড়যোজী)

মৌল—সালফার, ক্রোমিয়াম।

Heptavalent (সপ্তযোজী)

মৌল—ম্যাংগানিজ।

Octavalent (অষ্টযোজী)

মৌল—অসমিয়াম (Os)।

How to write a molecular formula

[আণবিক সংকেত লিখিবার নিয়ম]

মৌলিক পদার্থ ও মূলকের যোজ্যতা এবং নিম্নলিখিত নিয়মটি মনে রাখিলে কোন যৌগের আণবিক সংকেত সহজে লেখা যায়।

নিয়ম—A ও B দুইটি মৌল পরস্পর যুক্ত হইয়া AB যৌগ উৎপন্ন করিলে A মৌলটির যে পরমাণু-সংখ্যা B মৌলটির যে পরমাণু-সংখ্যার সহিত যুক্ত হয়, সেই সংখ্যা দুইটি A ও B মৌল দুইটির যোজ্যতা-সংখ্যার বিপরীত হইয়া থাকে।

প্রয়োগ—কোন যৌগের আণবিক সংকেত লিখিতে হইলে—

(1) গঠনকারী মৌলের চিহ্ন পাশাপাশি লিখিয়া ধাতু বা পরাবিদ্যুৎবাহী মৌলের চিহ্ন বাম দিকে এবং অ-ধাতু বা অপরাবিদ্যুৎবাহী মৌলের চিহ্ন ডানদিকে বসাইবে। (2) চিহ্নের ডানদিকের উপরে মৌলের যোজ্যতা-সংখ্যা লিখিয়া রাখ। (3) একটি মৌলের পরমাণু-সংখ্যা অপর মৌলের যোজ্যতা-সংখ্যা দ্বারা নির্দেশ কর। অর্থাৎ একটির যোজ্যতা-সংখ্যা অপরটির চিহ্নের ডানদিকে নীচে বসাইবে। এই নিয়মটি যৌগ-মূলকের ক্ষেত্রেও প্রযোজ্য। নিম্নে কয়েকটি উদাহরণ দেওয়া হইল।

যৌগের নাম	যোজ্যতা সহ চিহ্ন	আণবিক সংকেত
Sodium chloride	Na_1Cl^1	NaCl
Calcium chloride	Ca^2Cl^1	$CaCl_2$
Ferric oxide	Fe^3O^2	Fe_2O_3
Aluminium sulphate	$Al^3SO^2{}_4$	$Al_2(SO_4)_3$
Zinc phosphate	$Zn^2PO_4{}^3$	$Zn_3(PO_4)_2$
Cuprous oxide	Cu^1O^2	Cu_2O
Calcium bi-carbonate	$Ca^2HCO^1{}_3$	$Ca(HCO_3)_2$

যোজ্যতা সংখ্যাগুলি কোন সাধারণ গুণনীয়ক দ্বারা বিভাজ্য হইলে প্রথমে উহাদিগকে সরল অনুপাতে পরিণত করিয়া এই নিয়ম প্রয়োগ করিবে।

যৌগের নাম	যোজ্যতা-সহ চিহ্ন	সরল অনুপাত	সংকেত
Magnesium oxide	Mg^2O^2	Mg^1O^1	MgO
Calcium carbonate	$Ca^2CO_3{}^2$	$Ca^1CO_3{}^1$	$CaCO_3$
Zinc sulphate	$Zn^2SO_4{}^2$	$Zn^1SO_4{}^1$	$ZnSO_4$
Stannic oxide	Sn^4O^2	Sn^2O^1	SnO_2
Aluminium phosphate	$Al^3PO_4{}^3$	$Al^1PO_4{}^1$	$AlPO_4$

Q. 74. What do you mean by a chemical equation ? What does a chemical equation indicate ? Illustrate with reference to the equation, $N_2 + 3H_2 = 2NH_3$. What does not this equation state about the chemical reaction involved ? Or, What are its limitations ? —H. S. 1960 ; 1971

[রাসায়নিক সমীকরণ কাহাকে বলে ? রাসায়নিক সমীকরণ কি কি নির্দেশ করে ? $N_2 + 3H_2 = 2NH_3$, এই সমীকরণটি উদাহরণস্বরূপ লইয়া বুঝাইয়া দাও। রাসায়নিক ক্রিয়াটির সম্বন্ধে এই সমীকরণ কি কি নির্দেশ করিতে পারে না ? (বা ইহার সীমাবদ্ধতা কি ?) .

Or,

What is a chemical equation ? [H. S. 1962] **What is the significance of a chemical equation ? What are its limitations ?**

[রাসায়নিক সমীকরণ কাহাকে বলে ? ইহার সম্পূর্ণ অর্থ কি ? সমীকরণের সীমাবদ্ধতা কি ?]

Ans **রাসায়নিক সমীকরণ**—একটি রাসায়নিক বিক্রিয়াকে সংক্ষেপে চিহ্ন ও সংকেতের সাহায্যে যাহাদ্বারা প্রকাশ করা হয় তাহাকে রাসায়নিক সমীকরণ বলে। রাসায়নিক সমীকরণের একটি আদিক ও একটি মাত্রিক দিক আছে।

সমীকরণের সম্পূর্ণ অর্থ রাসায়নিক সমীকরণ হইতে বিক্রিয়া সম্পর্কে কয়েকটি মূল্যবান তথ্য জানা যায়। যথা, (1) বিক্রিয়ক ও উৎপন্ন পদার্থের নাম। (2) উহাদের পরমাণু ও অণুর সংখ্যা এবং উহাদের আপেক্ষিক পরিমাণ। পদার্থ গ্যাসীয় হইলে উহাদের আপেক্ষিক আয়তন।

উদাহরণস্বরূপ $N_2 + 3H_2 = 2NH_3$, এই সমীকরণটি লওয়া হইল। এই সমীকরণ হইতে নিম্নলিখিত বিষয়গুলি জানা যায়।

(i) নাইট্রোজেন ও হাইড্রোজেনের রাসায়নিক বিক্রিয়ায় অ্যামোনিয়া উৎপন্ন হয়। (ii) নাইট্রোজেনের একটি অণু হাইড্রোজেনের তিনটি অণুর সহিত সংযুক্ত হইয়া দুইটি অ্যামোনিয়ার অণু উৎপন্ন করে। (iii) পরিবর্তনের পূর্বে মোট পরমাণু-সংখ্যা (2+6=8) পরিবর্তনের পরে মোট পরমাণুর সংখ্যার [2×(1+3)

$=8$] সমান। (iv) (2×14) বা 28 ভাগ ওজনের নাইট্রোজেন (3×2) বা 6 ভাগ ওজনের হাইড্রোজেনের সহিত যুক্ত হইয়া $2 \times (14+3)$ বা 34 ভাগ ওজনের অ্যামোনিয়া উৎপন্ন হয়। পরিবর্তনের পূর্বে বিক্রিয়কগুলির মোট ওজন পরিবর্তনের পরে উৎপন্ন পদার্থের ওজনের সমান। (v) বিক্রিয়ক ও উৎপন্ন পদার্থ গ্যাসীয় বলিয়া উহাদের আপেক্ষিক আয়তন জানা যায়। যথা, 1 আয়তন নাইট্রোজেন এবং 3 আয়তন হাইড্রোজেন যুক্ত হইয়া 2 আয়তন অ্যামোনিয়া উৎপন্ন হয়।

সীমাবদ্ধতা—রাসায়নিক সমীকরণ হইতে নিম্নলিখিত বিষয়গুলি জানা যায় না। (i) বিক্রিয়ক ও উৎপন্ন পদার্থের ভৌত অবস্থা কি অর্থাৎ নাইট্রোজেন, হাইড্রোজেন ও অ্যামোনিয়া কঠিন, তরল না গ্যাসীয় পদার্থ। ii) বিক্রিয়ার ফলে তাপ উদ্ভূত হয়, না শোষিত হয়। অর্থাৎ নাইট্রোজেন ও হাইড্রোজেন হইতে অ্যামোনিয়া উৎপাদনে তাপের উদ্ভব হয়, না শোষণ হয়। (iii) বিক্রিয়াটির শর্ত অর্থাৎ এই বিক্রিয়াটি ঘটাইতে তাপমাত্রা, চাপ কিংবা প্রভাবক প্রয়োজন কিনা। (iv) কি গতিতে এবং কত সময়ে বিক্রিয়াটি সম্পূর্ণ হয়। (v) বিক্রিয়াটি উভমুখী (reversible) কিনা।

Q. 75. (a) What is a chemical equation? State all that is implied in the quation, $2H_2+O_2=2H_2O$ and give experimental evidence for each part of your statement. [H S. 1962]

[রাসায়নিক সমীকরণ কাহাকে বলে? $2H_2+O_2=2H_2O$, এই সমীকরণ হইতে কি কি জানা যায় বিবৃত কর। বিবৃতির স্বপক্ষে পরীক্ষণীয় প্রমাণ দাও।]

Ans. **রাসায়নিক সমীকরণ** 74 নং প্রশ্নোত্তরে দেখ। $2H_2+O_2=2H_2O$, এই সমীকরণ হইতে নিম্নলিখিত বিষয়গুলি জানা যায়।

(i) হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন বিক্রিয়া করিয়া জল উৎপন্ন হয়। (পরীক্ষার জন্য 51নং প্রশ্নোত্তরে দেখ।) (ii) দুই অণু হাইড্রোজেন ও এক অণু অক্সিজেনের বিক্রিয়ায় 2 অণু জল উৎপন্ন হয়। (iii) 2×2 বা 4 ভাগ ওজনের হাইড্রোজেন এবং 2×16 বা 32 ভাগ ওজনের অক্সিজেন যুক্ত হইয়া $2 \times (2+16)$ বা 36 ভাগ ওজনের জল উৎপন্ন হয়। অর্থাৎ জলে হাইড্রোজেন ও অক্সিজেনের ওজনের অনুপাত 1 : 8 (পরীক্ষার জন্য 69নং প্রশ্নোত্তরে ডুমার পরীক্ষা দেখ।) (iv) হাইড্রোজেন

ও অক্সিজেন গ্যাসীয় পদার্থ ইহা জানিয়া বলা যায় যে জল 2 আয়তন হাইড্রোজেন এবং 1 আয়তন অক্সিজেনের বিক্রিয়ায় উৎপন্ন হয়। (পরীক্ষার জন্য 67 নং প্রশ্নোত্তর দেখ।] উৎপন্ন পদার্থ জলীয় বাষ্প হইলে বলা যায় যে 2 ভাগ আয়তনের হাইড্রোজেন ও 1 ভাগ আয়তনের অক্সিজেন বিক্রিয়া করিলে 2 ভাগ আয়তনের জলীয় বাষ্প উৎপন্ন হয়।

Q 75. (b) Enumerate all the informations (qualitative, gravimetric and volumetric) that is given by the equation, $C+O_2=CO_2$ and describe how the gravimetric part may be established experimentally. [H. S. 1965]

[$C+O_2=CO_2$, এই সমীকরণ হইতে যে সমস্ত তথ্য (গুণীয়, ওজনমাত্রিক ও আয়তনমাত্রিক) জানা যায় তাহা বর্ণনা কর। ওজনমাত্রিক তথ্যটি কিভাবে পরীক্ষার সাহায্যে প্রমাণ করা যায় লিখ।]

Ans. সমীকরণ $C+O_2=CO_2$ হইতে জানা যায় (i) কার্বন ও অক্সিজেনের রাসায়নিক বিক্রিয়ায় কার্বন ডাই-অক্সাইড উৎপন্ন হয়। (ii) একটি কার্বন পরমাণু একটি অক্সিজেন অণুর সহিত যুক্ত হইয়া একটি কার্বন ডাই-অক্সাইড অণু উৎপন্ন করে। (iii) 12 ভাগ ওজনের কার্বন 2×16 বা 32 ভাগ ওজনের অক্সিজেনের সহিত যুক্ত হইয়া $(12+2\times16)$ বা 44 ভাগ ওজনের কার্বন ডাই-অক্সাইড উৎপন্ন করে। বিক্রিয়ার পূর্বে কার্বন ও অক্সিজেনের যে ওজন, বিক্রিয়ার পরেও উৎপন্ন কার্বন ডাই-অক্সাইডের সেই ওজন। (iv) 12 গ্রাম কার্বন প্রমাণ অবস্থায় 22·4 লিটার অক্সিজেনের সহিত বিক্রিয়ায় 22·4 লিটার কার্বন ডাই-অক্সাইড (প্রমাণ অবস্থায়) উৎপন্ন হয়।

শেষাংশের জন্য কার্বন ডাই-অক্সাইডের ওজনমাত্রিক সংযুতির পরীক্ষা (Q 126) দেখ।

Q, 75. (c) Explain why both sides of a chemical equation should be balanced.

[রাসায়নিক সমীকরণের উভয় পার্শ্বের পরমাণুর সংখ্যা সমান করা হয় কেন ?]

Ans. ডালটনের পরমাণুবাদ এবং জড়ের নিত্যতাবাদ হইতে জানা যায় যে পরমাণুর ধ্বংস নাই। পদার্থের পরিবর্তনে কেবলমাত্র তাহাদের ধর্ম ও অবস্থার

পরিবর্তন ঘটে। সুতরাং, রাসায়নিক পরিবর্তনের পূর্বে যতসংখ্যক পরমাণু থাকে পরিবর্তনের পরেও ঠিক ততসংখ্যক পরমাণু থাকিবে। সুতরাং, রাসায়নিক ক্রিয়া সমীকরণদ্বারা প্রকাশ করিবার সময় সমীকরণের সমান চিহ্নের উভয় পার্শ্বের পরমাণুর সংখ্যা সমান রাখা হয়।

How to write a chemical equation

[রাসায়নিক সমীকরণ লিখিবার নিয়ম]

মনে রাখিবে,

(i) সমীকরণ একটি প্রকৃত রাসায়নিক ক্রিয়া প্রকাশ করে। ইহা লিখিতে বিক্রিয়ক (reactants) ও উৎপন্ন পদার্থ (products)-গুলির নাম জানা প্রয়োজন।

(ii) সমীকরণের সমস্ত পদার্থগুলিকে অণুর সংকেতে লিখিতে হয়। মৌলিক (elementary) গ্যাসগুলিকে আণবিক সংকেতদ্বারা প্রকাশ করা হয়, যথা—H_2, O_2, N_2, Cl_2, F_2 ইত্যাদি। Na, Hg-এর অণুতে একটি করিয়া পরমাণু থাকে বলিয়া উহাদের চিহ্ন দ্বারা প্রকাশ করা হয়। মুক্ত অবস্থায় কঠিন মৌলগুলি যেমন, Mg, Zn, Fe, Sn, Cu, Pb, Si, B, S ইত্যাদি উহাদের চিহ্নদ্বারা প্রকাশ করা হয়। কারণ, কঠিন মৌলের অণুতে পরমাণু-সংখ্যা অনির্দিষ্ট বা কখনো কখনো পরিবর্তনশীল।

(iii) সমীকরণের সমান-চিহ্নের (=) উভয় পার্শ্বের সামঞ্জস্য বিধান (balance) করিতে হয় অর্থাৎ সমান-চিহ্নের উভয় পার্শ্বে প্রতিটি মৌলের পরমাণু-সংখ্যা একই রাখিতে হয়।

নিয়ম—(1) বামদিকে বিক্রিয়কের নাম লিখিয়া সমান-চিহ্ন (=) দাও এবং ইহার ডানদিকে উৎপন্ন পদার্থের নাম লিখ। একাধিক বিক্রিয়ক ও উৎপন্ন পদার্থের ক্ষেত্রে উহাদের নামের মধ্যে যোগ চিহ্ন দাও। (2) সমীকরণে মৌলগুলিকে চিহ্ন দ্বারা এবং যৌগগুলিকে আণবিক সংকেতদ্বারা প্রকাশ কর। (3) প্রত্যেকটি পদার্থকে উহার অণুর সংকেতে প্রকাশ কর। (4) সমীকরণের সমান চিহ্নের উভয় পার্শ্বের মৌলগুলির পরমাণু-সংখ্যা সমান কর।

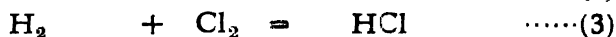
নিম্নে কতকগুলি রাসায়নিক ক্রিয়া সমীকরণদ্বারা প্রকাশ করা হইয়াছে। দেখ, সমীকরণ লিখিতে উপরের চারিটি নিয়ম পর পর অনুসরণ করা হইয়াছে।

(a) হাইড্রোজেন ও ক্লোরিন যুক্ত হইয়া হাইড্রোজেন ক্লোরাইড উৎপন্ন হয়।

হাইড্রোজেন + ক্লোরিন = হাইড্রোজেন ক্লোরাইড ...... (1)

$H + Cl = HCl$ ......(2)

$H_2 + Cl_2 = HCl$ ......(3)

$H_2 + Cl_2 = 2HCl$ ......(4)

(b) ম্যাগনেসিয়াম অক্সিজেনে দহনের ফলে ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড উৎপন্ন হয়।

ম্যাগনেসিয়াম + অক্সিজেন = ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড......(1)

$Mg + O = MgO$ ......(2)

$Mg + O_2 = MgO$ ......(3)

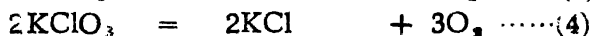
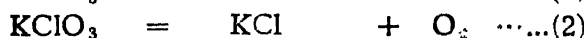
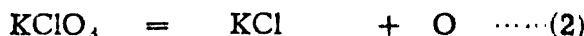
$2Mg + O_2 = 2MgO$ ......(4)

(c) পটাসিয়াম ক্লোরেট তাপে বিযোজিত হইয়া পটাসিয়াম ক্লোরাইড ও অক্সিজেন উৎপন্ন করে।

পটাসিয়াম ক্লোরেট = পটাসিয়াম ক্লোরাইড + অক্সিজেন......(1)

$KClO_3 = KCl + O$ ......(2)

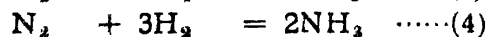
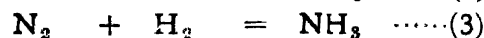
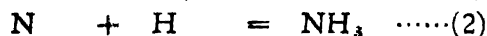
$KClO_3 = KCl + O_2$ ......(2)

$2KClO_3 = 2KCl + 3O_2$ ......(4)

(d) নাইট্রোজেন ও হাইড্রোজেন সংযুক্ত হইয়া অ্যামোনিয়া উৎপন্ন করে।

নাইট্রোজেন + হাইড্রোজেন = অ্যামোনিয়া......(1)

$N + H = NH_3$ ......(2)

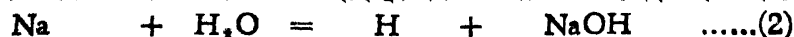
$N_2 + H_2 = NH_3$ ......(3)

$N_2 + 3H_2 = 2NH_3$ ......(4)

(c) সোডিয়াম জলের সহিত বিক্রিয়া করিয়া হাইড্রোজেন ও সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড উৎপন্ন করে।

সোডিয়াম + জল = হাইড্রোজেন + সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড...(1)

$Na + H_2O = H + NaOH$ ......(2)

$Na + H_2O = H_2 + NaOH$ ......(3)

$2Na + 2H_2O = H_2 + 2NaOH$ ......(4)

(f) লোহিত-তপ্ত আয়রন ষ্টীমকে বিশ্লিষ্ট করিয়া হাইড্রোজেন ও ফেরোসো-ফেরিক অক্সাইড উৎপন্ন করে।

আয়রন + ষ্টীম = ফেরোসো-ফেরিক অক্সাইড + হাইড্রোজেন……(1)

$Fe + H_2O = Fe_3O_4 + H$ ……(2)

$Fe + H_2O = Fe_3O_4 + H_2$ ……(3)

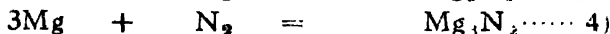
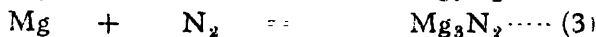
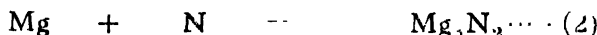
$3Fe + 4H_2O = Fe_3O_4 + 4H_2$ ……(4)

(g) ম্যাগনেসিয়াম নাইট্রোজেনে উত্তপ্ত করিলে ম্যাগনেসিয়াম নাইট্রাইড উৎপন্ন হয়। ম্যাগনেসিয়াম নাইট্রাইড জল দ্বারা বিশ্লিষ্ট হইয়া ম্যাগনেসিয়াম হাইড্রক্সাইড ও অ্যামোনিয়া উৎপন্ন করে।

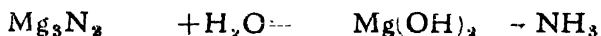
ম্যাগনেসিয়াম + নাইট্রোজেন = ম্যাগনেসিয়াম নাইট্রাইড …(1)

$Mg + N = Mg_3N_2$ ……(2)

$Mg + N_2 = Mg_3N_2$ ……(3)

$3Mg + N_2 = Mg_3N_2$ ……(4)

ম্যাগনেসিয়াম নাইট্রাইড + জল = ম্যাগনেসিয়াম হাইড্রক্সাইড + অ্যামোনিয়া

$Mg_3N_2 + H_2O = Mg(OH)_2 + NH_3$

$Mg_3N_2 + 6H_2O = 3Mg(OH)_2 + 2NH_3$

Additional Questions with hints on answers

CHAPTER V

1. What is valency? Mention one metal and one non-metal having more than one kind of valency. Give also the formulae of their oxides and chlorides. [যোজ্যতা কাহাকে বলে? একাধিক যোজ্যতা আছে এরূপ একটি ধাতু এবং একটি অধাতু উল্লেখ কর; ইহাদের অক্সাইড ও ক্লোরাইডের সংকেত লিখ।] H. S. 1972. [Q. 72 (iii) ; একাধিক যোজ্যতা সহ যৌগ গঠন করিতে পারে এরূপ একটি অধাতু হইল ফসফরাস (P)। ইহার অক্সাইডের সংকেত P_2O_3 (যোজ্যতা 3), P_2O_5 (যোজ্যতা 5), PCl_3 (যোজ্যতা 3) PCl_5 (যোজ্যতা 5)। একাধিক যোজ্যতা সহ যৌগ গঠন করিতে পারে এরূপ একটি ধাতু হইল আয়রন (Fe)। অক্সাইডের সংকেত FeO (যোজ্যতা 2), Fe_2O_3 (যোজ্যতা 3), $FeCl_2$ (যোজ্যতা 2), $FeCl_3$ (যোজ্যতা 3)।

2. Write down the formulae of the following compounds :—

Potassium chloride, Sodium hydroxide, Cupric sulphate, Aluminium hydroxide, Sodium nitrate, Zinc sulphide, Sodium sulphate, Stannous chloride, Ferric sulphate, Mercurous oxide, Calcium sulphate, Stannic oxide, Ammonium carbonate, Calcium phosphate, Potassium ferro-cyanide, Sodium di-chromate, Lead nitrate, Stannous

and stannic chloride, Sodium carbonate, Zinc nitrate, Potassium bi-sulphate, Calcium bi-carbonate, Ferrous oxide and carbonate. Magnessium hydroxide, Cupric chloride, Ammonium iodide.

3. Write down the names of the compounds whose formulae are :—

Na_3PO_4, $CaSO_3$, $Zn(NO_3)_2$, $Al_2(SO_4)_3$, HgO, $K_4Fe(CN)_6$, $KMnO_4$, N_2O_5, Cu_2O, $KClO_3$, NH_4NO_2, $Mg(HCO_3)_2$, $FeCl_3$, $Ca(OH)_2$, K_2SO_3, $Zn_3(PO_4)_2$, $PbCO_3$ $NaHSO_4$, $Fe(NO_3)_2$.

4. Express the following equations in terms of symbols and formula and balance them :—

(i) Phosphorus + Oxygen = Phosphorus pentoxide.

(ii) Iron + Sulphuric acid = Ferrous sulphate + Hydrogen.

(iii) Potassium + Water = Potassium hydroxide + Hydrogen.

(iv) Lead nitrate = Lead monoxide + Nitrogen dioxide + Oxygen.

(v) Sodium Peroxide + Water = Sodium hydroxide + Oxygen.

(vi) Ferric oxide + Aluminium = Aluminium oxide + Iron.

(vii) Ammonia + Chlorine = Nitrogen + Hydrochloric acid.

(viii) Cupric oxide + Ammonia = Copper + Nitrogen + Water.

(ix) Ammonium chloride + Calcium hydroxide = Ammonia + Calcium chloride + Water.

(x) Zinc sulphide + Oxygen = Zinc oxide + Sulphur dioxide.

(xi) Calcium + Nitrogen = Calcium nitride.

(xii) Aluminium Chloride + Water = Aluminium hydroxide + Hydrochloric acid.

5. Balance the following equations :—

(i) $KClO_3 = KCl + O_2$ (ii) $PbS + H_2O_2 = PbSO_4 + H_2O$

(iii) $Al_2O_3 + H_2SO_4 = Al_2(SO_4)_3 + H_2O$ (iv) $Fe_2O_3 + CO = Fe + CO_2$

(v) $NaCl + H_2SO_4 = Na_2SO_4 + HCl$

(vi) $Ca + H_2O = Ca(OH)_2 + H_2$ (vii) $C_2H_2 + O_2 = CO_2 + H_2O$

(viii) $FeCl_3 + SnCl_2 = FeCl_2 + SnCl_4$ (ix) $SO_2 + O_2 = SO_3$

(x) $FeS_2 + O_2 = Fe_2O_3 + SO_2$

6. Complete the following equations :—

(i) $Mg + H_2SO_4 =$ (ii) $FeCl_3 + 3AgNO_3 =$

(iii) $Ca(OH)_2 + 2HCl = CaCl_2 +$ (iv) $CaCO_3 = CaO +$

(v) $CO_2 + 2Mg = 2MgO +$

7. Explain the full meaning of the following equations. What are their limitations ?

(i) $2SO_2 + O_2 = 2SO_3$ (ii) $Mg + H_2SO_4 = MgSO_4 + H_2$

(iii) $2H_2 + O_2 = 2H_2O$ (iv) $MgCO_3 = MgO + CO_2$

[Hints. Q. 74, 75(a), 75(b)]

CHAPTER VI

Simple Chemical Calculations (1)

[সরল রাসায়নিক গণনা]

[A] Percentage composition from formula

[সংকেত হইতে শতকরা সংযুতি গণনা]

(i) **আণবিক ওজন গণনার নিয়ম**—অণুর অন্তর্গত পরমাণুগুলির সংখ্যাকে যথাক্রমে উহাদের পারমাণবিক ওজন দ্বারা গুণ করিয়া গুণফলগুলিকে যোগ করিলে যৌগের আণবিক ওজন পাওয়া যায়।

(ii) **শতকরা সংযুতি গণনার নিয়ম**—(i) নং নিয়ম অনুযায়ী যৌগটির বা মূলকের ওজন হিসাব করিয়া যৌগটির বা মূলকের আণবিক ওজন হইতে উহার শতকরা সংযুতি গণনা করা হয়।

Numerical Examples [গাণিতিক উদাহরণ]

1 Calculate the molecular weight of (i) Potassium chlorate, (ii) Blue vitriol ($CuSO_4$, $5H_2O$).

[(i) পটাসিয়াম ক্লোরেট ও ব্লু-ভিট্রিয়লের আণবিক ওজন গণনা কর।]

Ans. (i) পটাসিয়াম ক্লোরেটের সংকেত $= KClO_3$.

1 পরমাণু K-এর ওজন $= 1 \times 39 = 39$

1 পরমাণু Cl-এর ওজন $= 1 \times 35\cdot5 = 35\cdot5$

3 পরমাণু O-এর ওজন $= 3 \times 16 = 48$

$\therefore$ $KClO_3$-এর আণবিক ওজন $= 39 + 35\cdot5 + 48 = 122\cdot5$

(ii) ব্লু-ভিট্রিয়লের সংকেত $= CuSO_4$, $5H_2O$

1 পরমাণু Cu-এর ওজন $= 1 \times 63\cdot5 = 63\cdot5$

1 পরমাণু S-এর ওজন $= 1 \times 32 = 32$

4 পরমাণু O-এর ওজন $= 4 \times 16 = 64$

5 অণু H_2O-এর ওজন $= 5(1 \times 2 + 1 \times 16) = 90$

$\therefore$ $CuSO_4$, $5H_2O$-এর আণবিক ওজন $= 63\cdot5 + 32 + 64 + 90 = 249\cdot5$

2. Calculate the percentage composition of the following compounds. [নীচের যৌগিক পদার্থগুলির শতকরা মাত্রা নির্ণয় কর।]

(i) Sulphuric acid (ii) Cane-sugar ($C_{12}H_{22}O_{11}$)

Ans (i) সালফিউরিক অ্যাসিডের আণবিক সংকেত = H_2SO_4

2 পরমাণু H-এর ওজন = $2 \times 1 = 2$

1 পরমাণু S-এর ওজন = $1 \times 32 = 32$

4 পরমাণু O-এর ওজন = $4 \times 16 = 64$

∴ H_2SO_4-এর আণবিক ওজন = $2 + 32 + 64 = 98$.

98 ভাগ ওজনের H_2SO_4-এ H-এর ওজন = 2 ভাগ,

∴ 100 ,, ,, ,, $= \frac{2 \times 100}{98}$ বা 2·041 ভাগ

∴ হাইড্রোজেনের শতকরা মাত্রা = 2·041

সেইরূপ, সালফারের শতকরা মাত্রা $= \frac{32 \times 100}{98} = 32{\cdot}653$.

এবং অক্সিজেনের শতকরা মাত্রা $= \frac{64 \times 100}{98} = 65{\cdot}306$

(ii) Cane-sugar (চিনি)-এর আণবিক সংকেত = $C_{12}H_{22}O_{11}$

12 পরমাণু কার্বনের ওজন = $12 \times 12 = 144$.

22 পরমাণু হাইড্রোজেনের ওজন = $22 \times 1 = 22$.

11 পরমাণু অক্সিজেনের ওজন = $11 \times 16 = 176$

∴ $C_{12}H_{22}O_{11}$-এর আণবিক ওজন = $144 + 22 + 176 = 342$.

342 ভাগ ওজনের $C_{12}H_{22}O_{11}$-এ কার্বনের ওজন = 144 ভাগ,

∴ 100 ,, ,, ,, $= \frac{144 \times 100}{342}$ বা 42·1 ভাগ।

∴ কার্বনের শতকরা মাত্রা = 42·1

সেইরূপ, হাইড্রোজেনের শতকরা মাত্রা $= \frac{22 \times 100}{342} = 6{\cdot}44$,

এবং অক্সিজেনের শতকরা মাত্রা $= \frac{176 \times 100}{342} = 51{\cdot}46$

3. Calculate the weight of each element present in 25 g. of potassium nitrate. [25 গ্রাম পটাসিয়াম নাইট্রেটে উহার প্রতিটি উপাদান মৌলের ওজন নির্ণয় কর।]

Ans. পটাসিয়াম নাইট্রেটের সংকেত = KNO_3

ইহার আণবিক ওজন = $1 \times 39 + 1 \times 14 + 3 \times 16 = 101$

101 গ্রাম KNO_3-এ পটাসিয়ামের ওজন = 39 গ্রাম,

∴ 25 গ্রাম " " " $= \frac{39 \times 25}{101}$ বা 9·653 গ্রাম।

সেইরূপ, নাইট্রোজেনের ওজন $= \frac{14 \times 25}{101}$ বা 3·465 গ্রাম।

এবং অক্সিজেনের ওজন $= \frac{48 \times 25}{101}$ বা 11·881 গ্রাম।

4. Calculate the percentage of aluminium (H. S. 1968), sulphate (SO_4) and water of crystallisation in potash alum. [পটাস অ্যালামে অ্যালুমিনিয়াম, সালফেট ও কেলাস-জলের শতকরা মাত্রা নির্ণয় কর।]

Ans পটাস অ্যালামের আণবিক সংকেত = $K_2SO_4, Al_2(SO_4)_3, 24H_2O$.

2 পরমাণু পটাসিয়ামের ওজন = $2 \times 39 = 78$

4টি SO_4 মূলকের ওজন = $4(32 + 4 \times 16) = 384$

2 পরমাণু Al-এর ওজন = $2 \times 27 = 54$

24 অণু H_2O-এর ওজন = $24(2 \times 1 + 1 \times 16) = 432$

পটাস অ্যালামের আণবিক ওজন = $78 + 384 + 54 + 432 = 948$

∴ Al-এর শতকরা মাত্রা $= \frac{54 \times 100}{948} = 5·69$

SO_4 মূলকের শতকরা মাত্রা $= \frac{384 \times 100}{948} = 40·51$,

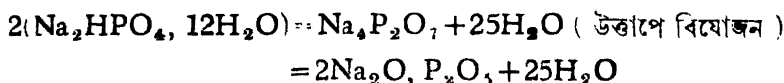
এবং কেলাস-জলের শতকরা মাত্রা $= \frac{432 \times 100}{948} = 45·57$

5. Calculate the percentage of P_2O_5 in Na_2HPO_4, $12H_2O$. [Na_2HPO_4, $12H_2O$ যৌগে P_2O_5-এর শতকরা মাত্রা নির্ণয় কর।]

(Cal. I. Sc.)

Ans. Na_2HPO_4, $12H_2O$-এর আণবিক ওজন $=2\times23+1+31+4\times16+12(2+16)=358$। P_2O_5-এর আণবিক ওজন $=2\times31+5\times16=142$।

$2(Na_2HPO_4, 12H_2O)=Na_4P_2O_7+25H_2O$ (উত্তাপে বিযোজন)

$=2Na_2O, P_2O_5+25H_2O$

2×358 গ্রাম ফসফেট কেলাসে P_2O_5 আছে 142 গ্রাম,

$\therefore$ 100 " " " " $\frac{142\times100}{2\times358}$ বা 19·83 গ্রাম।

P_2O_5-এর শতকরা মাত্রা $=19{\cdot}83\%$।

6. Express the percentage composition of crystallised sodium carbonate Na_2CO_3, $10H_2O$ in terms of (i) anhydrous sodium carbonate, (ii) water of crystallisation, (iii) Na_2O.

What is the percentage of Na_2O in anhydrous sodium carbonate ?

[সোডিয়াম কার্বনেট কেলাসের মধ্যে (i) অনার্দ্র সোডিয়াম কার্বনেট, (ii) কেলাস-জল এবং (iii) Na_2O-এর শতকরা মাত্রা নির্ণয় কর। অনার্দ্র সোডিয়াম কার্বনেটের মধ্যে Na_2O-এর শতকরা মাত্রা কত ?]

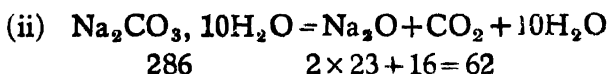
Ans. (i) এবং (ii) : Na_2CO_3, $10H_2O$-এর আণবিক ওজন $=2\times23+1\times12+3\times16+10\times18=286$.

অনার্দ্র Na_2CO_3-এর আণবিক ওজন $=106$ এবং $10H_2O$-এর ওজন $=180$

$\therefore$ অনার্দ্র Na_2CO_3-এর শতকরা মাত্রা $=\frac{106\times100}{286}=37{\cdot}06$

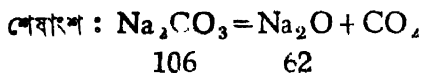
কেলাস-জলের " " $=\frac{180\times100}{286}=62{\cdot}94$

(ii) $Na_2CO_3, 10H_2O = Na_2O + CO_2 + 10H_2O$

286 $\quad 2 \times 23 + 16 = 62$

286 গ্রাম $Na_2CO_3, 10H_2O$-তে Na_2O-এর ওজন = 62 গ্রাম,

∴ Na_2O-এর শতকরা মাত্রা $= \frac{62 \times 100}{286} = 21.68$

শেষাংশ : $Na_2CO_3 = Na_2O + CO_2$

106 $\quad$ 62

∴ অনার্দ্র Na_2CO_3-এ Na_2O-এর শতকরা মাত্রা $= \frac{62 \times 100}{106} = 58.49$

নিম্নে কতকগুলি মৌলিক পদার্থের পারমাণবিক ওজন আসন্ন মানে দেওয়া হইয়াছে। অন্যরূপ উল্লেখ না থাকিলে পরবর্তী গণনাকার্যে এই মান ব্যবহার করিবে।

মৌল	পারমাণবিক ওজন	মৌল	পারমাণবিক ওজন
Hydrogen (H)	1	Magnesium (Mg)	24
Oxygen (O)	16	Aluminium (Al)	27
Nitrogen (N)	14	Calcium (Ca)	40
Carbon (C)	12	Chromium (Cr)	52
Chlorine (Cl)	35.5	Manganese (Mn)	55
Fluorine (F)	19	Iron (Fe)	55.8
Bromine (Br)	80	Copper (Cu)	63.5
Iodine (I)	127	Zinc (Zn)	65.3
Silicon (Si)	28	Silver (Ag)	108
Sulphur (S)	32	Tin (Sn)	118
Phosphorus (P)	31	Barium (Ba)	137
Potassium (K)	39	Mercury (Hg)	200
Sodium (Na)	23	Lead (Pb)	207

EXERCISE II

[See page 151 for list of atomic weights to be used in the following calculations.]

1. Calculate the molecular weights of—Calcium sulphate. Sodium bicarbonate, Ammonium nitrate, Glucose ($C_6H_{12}O_6$),

Epsom salt ($MgSO_4$, $7H_2O$), Red lead (Pb_3O_4), Aluminium sulphate, $Al_2(SO_4)_3$, $18H_2O$ [Ans. 136, 84, 80, 180, 246, 685, 666]

2. Calculate the percentage composition of :—

(i) Hydrochloric acid, (ii) Nitric acid, (iii) Mercuric oxide, (iv) Anhydrous oxalic acid ($H_2C_2O_4$). (v) Potassium dichromate ($K_2Cr_2O_7$), (vi) Lead nitrate.

[Ans. (i) H=2·74, Cl=97·26 (ii) H=1·597, N=22·22, O=76·19 (iii) Hg=92·6, O=7·4, (iv) C=26·67, H=1·22, O=71·11 (v) K=26·53, Cr=35·37, O=38·00 (vi) Pb=62·6, N=8·4, O=29]

3. Calculate the percentage of –

(i) chlorine in Carnallite [KCl, $MgCl_2$, $6H_2O$]

(ii) lead in White lead [$2PbCO_3$, $Pb(OH)_2$].

(iii) copper in Malachite [$CuCO_3$, $Cu(OH)_2$]

(iv) fluorine in Cryolite [AlF_3, 3NaF].

[Ans. (i) 38·37 (ii) 80·13 (iii) 57·466 (iv) 54·285]

4. What is the percentage of water of crystallisation in—

(i) Blue vitriol ($CuSO_4$, $5H_2O$),

(ii) Green vitriol ($FeSO_4$, $7H_2O$)),

(iii) Hydrated calcium chloride ($CaCl_2 \cdot 6H_2O$) ?

[Ans. (i) 36·072 (ii) 45·356 (iii) 49·315].

5. What is the percentage of K, Cr, SO_4, and water of crystallisation in Chrome alum ? The formula of chrome alum is K_2SO_4, $Cr_2(SO_4)_3$, $24H_2O$.

[Ans. K=7·82 ; Cr=10·42 ; SO_4=38·47 ; H_2O=43·28]

6. Calculate the percentage of Fe, NH_4, SO_4 and water of crystallisation in Ferric ammonium sulphate, its formula being $(NH_4)_2SO_4$, $Fe_2(SO_4)_3$, $24H_2O$.

[Ans. Fe=11·62 ; NH_4=3·73 ; SO_4=39·83 ; water of crystallisation=44·82]

7. What is the percentage of oxygen in Ferric ammonium sulphate ? [Ans. 66·39]

8. Calculate the percentage of elements of an organic compound of molecular formula $C_6H_6O_2NBrS$. (Cal. B Sc., 1959)

[Ans. C = 30·5 ; H = 2·54 ; O = 13·56 ; N = 5·93 ; Br = 33·90 ; S = 13·56.]

9. Calculate the percentage of oxygen in each of the following substances—

(i) magnesia (MgO), (ii) lime (CaO), (iii) silica (SiO_2), (iv) alumina (Al_2O_3). [Ans. (i) 39·6, (ii) 28·57, (iii) 53, (iv) 47·06.]

10. What is the weight of—

(i) magnesium in 11100 tons of carnallite ?

(ii) sulphur in 71 Kg. of anhydrous sodium sulphate ?

(iii) carbon in 750 g. of glucose ?

[Ans. (i) 960 tons, (ii) 16 Kg., (iii) 300 g.]

11. What is the percentage of—

(i) CO_2 in calcium carbonate ?

(ii) SO_3 in hydrated aluminium sulphate ?
[$Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O = Al_2O_3 + 3SO_3 + 18H_2O$.]

(iii) PbO in Pb_3O_4 ? [$Pb_3O_4 = 2PbO + PbO_2$.]

(iv) P_2O_5 in $Ca_3(PO_4)_2$?
[$Ca_3(PO_4)_2 = 3CaO + P_2O_5$.]

[Ans. (i) 44, (ii) 39·04, (iii) 65·1, (iv) 45·8]

12. (a) A litre of sea water (sp. gr. 1·03) is evaporated to dryness. The residue left as salt weighs 36·4 g. Find the percentage of salt in sea water. [Ans. 3·53%]

(b) 2 g. of a mixture of potassium chloride and sodium chloride contains 1·12 g. of chlorine. Calculate the percentage of each in the mixture.

[মনে কর, মিশ্রণে NaCl = x গ্রাম, সুতরাং KCl = $(2 - x)$ গ্রাম। NaCl-এর আণবিক ওজন = 23 + 35·5 = 58·5 এবং KCl-এর আণবিক ওজন = 39 + 35·5 = 74·5।

58·5 গ্রাম NaCl-এ ক্লোরিনের পরিমাণ = 35·5 গ্রাম

∴ x " " " " $= \frac{35·5 \times x}{58·5}$ গ্রাম।

এইরূপ, $(2-x)$ গ্রাম KCl-এ ক্লোরিনের পরিমাণ $= \frac{35.5\times(2-x)}{74.5}$ গ্রাম।

$$\therefore \quad \frac{35.5\times x}{58.5}+\frac{35.5(2-x)}{74.5}=1.12$$ (মোট ক্লোরিনের পরিমাণ)

$\therefore \quad x=1.281$

সুতরাং 2 গ্রাম মিশ্রণে NaCl আছে 1·281 গ্রাম এবং KCl আছে (2 – 1·281) বা 0·719 গ্রাম।

$\therefore$ NaCl-এর শতকরা মাত্রা $= \frac{1.281\times 100}{2} = 64.05\%$

এবং KCl-এর শতকরা মাত্রা $= \frac{0.719\times 100}{2} = 35.95\%$

[B] Formula from percentage composition

[শতকরা সংযুক্তি হইতে সংকেত নির্ণয়]

Q 76. (a) Explain what is meant by (i) empirical formula [H. S. 1968 ; '68 (Comp.), 1970] **and (ii) molecular formula of a compound** [H S 1970].

[যৌগের (i) স্থূল সংকেত এবং (ii) আণবিক সংকেত বলিতে কি বোঝ ব্যাখ্যা কর।]

(b) How are the empirical and molecular formula of a compound deduced from its percentage composition ?

[শতকরা সংযুক্তি হইতে যৌগের স্থূল-সংকেত ও আণবিক সংকেত কিরূপে নির্ধারণ করা হয় ?]

Ans. (a) **স্থূল সংকেত**—শতকরা সংযুক্তি হইতে কোন যৌগের গঠনকারী মৌলসমূহের পরমাণু-সংখ্যাগুলির অনুপাত নির্ণয় করিয়া যে সংকেত লিখিত হয় তাহাকে **স্থূল সংকেত** বলে। স্থূল-সংকেত কোন যৌগে উহার গঠনকারী মৌলের পরমাণু-সংখ্যার অনুপাত কেবলমাত্র নির্দেশ করে।

আণবিক সংকেত—যৌগের যে সংকেত উহার অণুর গঠনকারী মৌলসমূহের প্রকৃত পরমাণু সংখ্যা দ্বারা প্রকাশ করা হয় তাহাকে **আণবিক সংকেত** বলে।

কোন যৌগের আণবিক সংকেত উহার স্থূল সংকেতের সরল গুণিতক। অর্থাৎ আণবিক সংকেত $= n \times$ স্থূল-সংকেত, যেখানে $n =$ সরল পূর্ণ সংখ্যা।

উদাহরণ—গ্লুকোজ (glucose) C, H ও O এই তিনটি মৌল লইয়া গঠিত এবং উহাদের পরমাণু-সংখ্যার অনুপাত—1 : 2 : 1। অতএব গ্লুকোজের স্থূল-সংকেত CH_2O। ইহার আণবিক সংকেত $(CH_2O)n$, যেখানে $n =$ সরল পূর্ণ সংখ্যা। n-এর মান নির্ণয় করিতে হইলে যৌগটির আণবিক ওজন জানা প্রয়োজন। গ্লুকোজের আণবিক ওজন $= 180$. $\therefore$ $(CH_2O)n = 180$

বা, $(12+2+16)n = 180$, বা $n = 6$;

$\therefore$ গ্লুকোজের আণবিক সংকেত $= C_6H_{12}O_6$

(b) মনে করা হইল, A ও B, এই দুইটি মৌলের পারমাণবিক ওজন যথাক্রমে a ও b এবং A মৌলের x সংখ্যক পরমাণু B মৌলের y সংখ্যক পরমাণুর সহিত যুক্ত হইয়া AxBy যৌগটি গঠিত হইয়াছে।

AxBy যৌগটির আণবিক ওজন $= ax + by$

$\therefore$ A মৌলের শতকরা মাত্রা $= \dfrac{ax \times 100}{ax + by}$ এবং B-এর $\dfrac{by \times 100}{ax + by}$

$$\therefore \frac{\text{A মৌলের শতকরা মাত্রা}}{\text{B মৌলের শতকরা মাত্রা}} = \frac{ax \times 100}{ax + by} \times \frac{ax + by}{by \times 100} = \frac{ax}{by}$$

$$\therefore \frac{\text{A মৌলের শতকরা মাত্রা}}{a} : \frac{\text{B মৌলের শতকরা মাত্রা}}{b} = x : y$$

$$\text{বা, } \frac{\text{A মৌলের শতকরা মাত্রা}}{\text{A মৌলের পারমাণবিক ওজন}} : \frac{\text{B মৌলের শতকরা মাত্রা}}{\text{B মৌলের পারমাণবিক ওজন}}$$

$=$ A মৌলের পরমাণু সংখ্যা : B মৌলের পরমাণু সংখ্যা।

সুতরাং, শতকরা মাত্রাকে পারমাণবিক ওজন দ্বারা ভাগ করিলে যে সংখ্যা পাওয়া যায় তাহা যৌগে ঐ মৌলের পরমাণু সংখ্যার সমানুপাতিক।

অতএব, শতকরা মাত্রা হইতে স্থূল-সংকেত নির্ণয়ের নিয়ম এই যে,

(1) প্রতিটি মৌলের শতকরা মাত্রাকে উহার পারমাণবিক ওজন দ্বারা ভাগ করিয়া মৌলসমূহের পরমাণুসংখ্যার অনুপাত নির্ণয় করা হয়। (2) এইরূপে যে সংখ্যাগুলি পাওয়া যায় তাহাদের মধ্যে ক্ষুদ্রতম সংখ্যা দ্বারা ঐ সংখ্যাগুলির প্রতিটিকে

ভাগ করা হয়। প্রয়োজন হইলে ভাগফলগুলিকে একটি সাধারণ সংখ্যা দ্বারা গুণ করা হয় যাহাতে অনুপাতগুলি সরল পূর্ণসংখ্যা হয়। কারণ, পরমাণু সংখ্যা ভগ্নাংশ হইতে পারে না। (3) মৌলগুলিকে পরমাণু-সংখ্যার অনুপাতে স্থূল-সংকেত নির্দেশ করা হয়।

এখন, আণবিক সংকেত $=$ n $\times$ স্থূল-সংকেত (যেখানে n $=$ সরল পূর্ণসংখ্যা)

$$\therefore \quad n = \frac{\text{প্রকৃত আণবিক ওজন}}{\text{স্থূল-সংকেত হইতে গণনা করা ওজন}}$$

এইরূপে n-এর মান নির্ণয় করিয়া সমগ্র সংকেতকে n-এর মান দ্বারা গুণ করিলে যৌগের প্রকৃত বা আণবিক সংকেত পাওয়া যায়।

Numerical Examples [গাণিতিক উদাহরণ]

1. A compound contains hydrogen 1·59%, nitrogen 22·22% and oxygen 76·19%. What is the empirical formula ? [একটি যৌগিক পদার্থে হাইড্রোজেন 1·59%, নাইট্রোজেন 22·22% এবং অক্সিজেন 76·19% আছে। যৌগিক পদার্থটির স্থূল-সংকেত কি ?] [H. S 1970]

Ans. ওজনের অনুপাতে, H : N : O = 1·59 : 22·22 : 76·19। প্রতিটি মৌলের শতকরা মাত্রাকে উহার পারমাণবিক ওজন দ্বারা ভাগ করিয়া, পরমাণু-সংখ্যার অনুপাতে,

$$H : N : O = \frac{1{\cdot}59}{1} : \frac{22{\cdot}22}{14} : \frac{76{\cdot}19}{16}$$

$$= 1{\cdot}59 : 1{\cdot}58 : 4{\cdot}76$$

$$= \frac{1{\cdot}59}{1{\cdot}58} : \frac{1{\cdot}58}{1{\cdot}58} : \frac{4{\cdot}76}{1{\cdot}58}$$ [ক্ষুদ্রতম সংখ্যা 1·58 দ্বারা ভাগ করিয়া]

$$= 1 : 1 : 3$$

∴ যৌগটির স্থূল-সংকেত $= HNO_3$.

2. **A salt has the following percentage composition :—**

Na = 27·38, H = 1·19, C = 14·29, O = 57·40. Find its simplest formula. **[H. S. 1965]**

[একটি লবণের শতকরা সংযুতি নিম্নরূপ :—Na = 27·38 ; H = 1·19 ; C = 14·29 ; O = 57·40। লবণটির সরলতম সংকেত নির্ণয় কর।]

Ans. ওজনের অনুপাতে, Na : H : C : O = 27·38 : 1·19 : 14·29 : 57·40। প্রতিটি মৌলের শতকরা মাত্রাকে উহার পারমাণবিক ওজন দ্বারা ভাগ করিয়া, পরমাণু-সংখ্যার অনুপাতে,

$$Na : H : C : O = \frac{27{\cdot}38}{23} : \frac{1{\cdot}19}{1} : \frac{14{\cdot}29}{12} : \frac{57{\cdot}40}{16}$$

$$= 1{\cdot}19 : 1{\cdot}1 : 1{\cdot}19 : 3{\cdot}59$$

[ক্ষুদ্রতম সংখ্যা 1·19 দ্বারা ভাগ করিয়া] $= \frac{1{\cdot}19}{1{\cdot}19} : \frac{1{\cdot}19}{1{\cdot}19} : \frac{1{\cdot}19}{1{\cdot}19} : \frac{3{\cdot}59}{1{\cdot}19}$

$$= 1 : 1 : 1 : 3$$

যৌগটির সরলতম সংকেত = $NaHCO_3$।

3 A colourless crystalline compound has the following percentage composition ; Sulphur 24·24 per cent, nitrogen 21·21 per cent, hydrogen 6·06 per cent ; the rest is oxygen. Determine the empirical formula of the compound. Give the name of the compound if the molecular formula be the same as the empirical formula and if it is found to be a sulphate

What will happen if the compound is heated with a conc. solution of sodium hydroxide ? Give equation.

[At wts — S = 32, O = 14] [H. S. 1961]

[একটি বর্ণহীন কেলাসিত যৌগের শতকরা সংযুতি নিম্নরূপ : সালফার 24·24%, নাইট্রোজেন 21·21%, হাইড্রোজেন 6·06% এবং অবশিষ্ট অক্সিজেন। যৌগটির স্থূল-সংকেত নির্ণয় কর। আণবিক সংকেত ও স্থূল-সংকেত একই ধরিলে এবং যৌগটি একটি সালফেট লবণ হইলে উহার আণবিক সংকেত কি ?

এই যৌগটিকে গাঢ় সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড দ্রবণ দিয়া উত্তপ্ত করিলে কি হয় ? সমীকরণ লিখ।]

Ans. সালফার, নাইট্রোজেন ও হাইড্রোজেনের শতকরা মাত্রা = 24·24 + 21·21 + 6·06 = 51·51 ∴ অক্সিজেনের শতকরা মাত্রা = (100 − 51·51) = 48·49

ওজনের অনুপাতে, S : N : H : O = 24·24 : 21·21 : 6·06 : 48·49।

শতকরা মাত্রাকে পারমাণবিক ওজন দ্বারা ভাগ করিয়া, পরমাণু-সংখ্যার অনুপাতে,

$$S : N : H : O = \frac{24.24}{32} : \frac{21.21}{14} : \frac{6.06}{1} : \frac{48.49}{16}$$

$$= 0.757 : 1.515 : 6.06 : 3.03$$

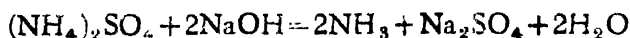
$$= \frac{0.757}{0.757} : \frac{1.515}{0.757} : \frac{6.06}{0.757} : \frac{3.03}{0.757}$$

(ক্ষুদ্রতম সংখ্যা 0·757 দ্বারা ভাগ করিয়া)

$$= 1 : 2 : 8 : 4$$

∴ যৌগটির স্থূল সংকেত $= SN_2H_8O_4$.

আণবিক সংকেত ও স্থূল-সংকেত একই হওয়াতে এবং যৌগটি সালফেট বলিয়া উহাকে $(NH_4)_2SO_4$ রূপে লেখা যায়। সুতরাং যৌগটির নাম অ্যামোনিয়াম সালফেট। গাঢ় সোডিয়াম হাইড্রক্সাইডের দ্রবণে উত্তপ্ত করিলে অ্যামোনিয়া গ্যাস নির্গত হয় এবং সোডিয়াম সালফেট উৎপন্ন হয়।

$$(NH_4)_2SO_4 + 2NaOH = 2NH_3 + Na_2SO_4 + 2H_2O$$

4. 1·0 g. of a compound contains 0·262 g. of nitrogen, 0·075 g. of hydrogen and 0·663 g of chlorine. Find its simplest formula

[H. S. Comp. 1962]

[একটি যৌগের 1 গ্রামে 0·262 গ্রাম নাইট্রোজেন, 0·075 গ্রাম হাইড্রোজেন এবং 0·663 গ্রাম ক্লোরিন আছে। যৌগটির সরলতম সংকেত কি ?]

Ans. ওজনের অনুপাতে, N : H : Cl = 0·262 : 0·075 : 0·663।

প্রতিটি মৌলের ওজনকে উহার পারমাণবিক ওজন দ্বারা ভাগ করিয়া, পরমাণু-সংখ্যার অনুপাতে,

$$N : H : Cl = \frac{0.262}{14} : \frac{0.075}{1} : \frac{0.663}{35.5}$$

$$= 0.0187 : 0.075 : 0.0187$$

$$= \frac{0.0187}{0.0187} : \frac{0.075}{0.0187} : \frac{0.0187}{0.0187}$$ (ক্ষুদ্রতম সংখ্যা 0·0187 দ্বারা ভাগ করিয়া)

$$= 1 : 4 : 1$$

∴ যৌগটির সরলতম সংকেত $= NH_4Cl$.

5. A compound containing carbon, hydrogen and oxygen has the following percentage composition : Carbon = 32, hydrogen = 4. The molecular weight of the compound is 150. Find its molecular formula.

[কার্বন, হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন যুক্ত একটি যৌগের মধ্যে কার্বনের শতকরা মাত্রা 32 এবং হাইড্রোজেনের শতকরা মাত্রা 4। যৌগটির আণবিক ওজন 150 হইলে উহার আণবিক সংকেত কি ?]

Ans C = 32% ; H = 4% O = 100 − (32 + 4) বা 64%.

ওজনের অনুপাতে C : H : O = 32 : 4 : 64। প্রতিটি মৌলের শতকরা মাত্রাকে উহাদের পারমাণবিক ওজন দ্বারা ভাগ করিয়া, পরমাণু-সংখ্যার অনুপাতে,

$$C : H : O = \frac{32}{12} : \frac{4}{1} : \frac{64}{16}$$

$$= 2.66 : 4 : 4$$

$$= \frac{2.66}{2.66} : \frac{4}{2.66} : \frac{4}{2.66}$$ (ক্ষুদ্রতম সংখ্যা 2.66 দ্বারা ভাগ করিয়া)

$$= 1 : 1.5 : 1.5$$ (আসন্ন মানে)

$$= 2 : 3 : 3$$ (2 দ্বারা গুণ করিয়া)

অতএব, যৌগটির স্থূল-সংকেত = $C_2H_3O_3$.

যৌগটির আণবিক সংকেত = $(C_2H_3O_3)n$, যেখানে n একটি সরল পূর্ণ-সংখ্যা। যৌগটির আণবিক ওজন = 150. সুতরাং, $(C_2H_3O_3)n = 150$.

বা, $(12 \times 2 + 1 \times 3 + 16 \times 3)n = 150$ বা, $75n = 150$ বা, $n = 2$

অতএব, যৌগটির আণবিক সংকেত = $(C_2H_3O_3)_2 = C_4H_6O_6$.

6 In an experiment to determine the composition by weight of carbon dioxide it was found that 0·66 g. of carbon dioxide was obtained from 0·18 g. of carbon From this result show how the formula of the gas may be deduced. [H. S. 1963]

[কার্বন ডাই-অক্সাইডের ওজনমাত্রিক সংযুতি নির্ণয় করিবার পরীক্ষায় দেখা গেল যে 0·18 গ্রাম কার্বন হইতে 0·66 গ্রাম কার্বন ডাই-অক্সাইড পাওয়া গিয়াছে। ইহা হইতে কিরূপে গ্যাসটির সংকেত জানা যায় ?]

Ans. কার্বন ডাই-অক্সাইডের ওজন = 0·66 গ্রাম

কার্বনের ওজন = 0·18 গ্রাম

∴ অক্সিজেনের ওজন = (0·66 – 0·18) = 0·48 গ্রাম

সুতরাং, কার্বন ডাই-অক্সাইডে,

$$\frac{\text{কার্বনের পরমাণু-সংখ্যা}}{\text{অক্সিজেনের পরমাণু সংখ্যা}}=\frac{0{\cdot}18\div12}{0{\cdot}48\div6}=\frac{{\cdot}015}{{\cdot}03}=\frac{1}{2}$$

অতএব, কার্বন ডাই-অক্সাইডের স্থূল-সংকেত = CO_2।

গ্যাসের আণবিক ওজন দেওয়া না থাকায় উহার আণবিক-সংকেত নিশ্চিতরূপে জানা সম্ভব হয় নাই।

7. A compound gave on analysis the following percentage composition : Mg = 9·75, S = 13, O = 71·55 and H = 5·7. Calculate the formula of the compound, it being known that all the hydrogen atoms in the compound form the part of water of crystallisation

[কোন যৌগের বিশ্লেষণে নিম্নলিখিত শতকরা মাত্রা পাওয়া গেল : Mg = 9·75, S = 13, O = 71·55 এবং H = 5·7। ইহা জানা আছে যে যৌগের সমস্ত হাইড্রোজেন পরমাণু কেলাস-জলের অংশরূপে আছে। যৌগটির সংকেত নির্ণয় কর।]

Ans. ওজনের অনুপাতে, Mg : S : O : H = 9·75 : 13 : 71·55 : 5·7।

শতকরা মাত্রাকে পারমাণবিক ওজন দ্বারা ভাগ করিয়া পরমাণু সংখ্যার অনুপাতে,

$$Mg : S : O : H=\frac{9{\cdot}75}{24}:\frac{13}{32}:\frac{71{\cdot}55}{16}:\frac{5{\cdot}7}{1}$$

$$=0{\cdot}406 : 0{\cdot}406 : 4{\cdot}471 : 5{\cdot}7$$

$$=\frac{0{\cdot}406}{0{\cdot}406}:\frac{0{\cdot}406}{0{\cdot}406}:\frac{4{\cdot}471}{0{\cdot}406}:\frac{5{\cdot}7}{0{\cdot}406}$$ (0·406 দ্বারা ভাগ করিয়া)

$$=1 : 1 : 11 : 14$$

অতএব, যৌগটির স্থূল-সংকেত = $MgSO_{11}H_{14}$

সমস্ত হাইড্রোজেন অক্সিজেনের সহিত সংযুক্ত হইয়া কেলাস-জলরূপে আছে। যৌগটিতে হাইড্রোজেন-পরমাণুর সংখ্যা 14, সুতরাং ইহাদের সহিত 7টি অক্সিজেন যুক্ত হইয়া $7H_2O$ উৎপন্ন করিবে এবং বাকি থাকিবে 4টি অক্সিজেন।

অতএব, নির্ণেয় সংকেত $= MgSO_4, 7H_2O$.

8. Barium chloride crystals ($BaCl_2, xH_2O$) contains 14·73% water of crystallisation. Find out the complete formula of these crystals. Ba = 137·4, Cl = 35·5 —H. S. 1972

[বেরিয়াম ক্লোরাইডের কেলাসে ($BaCl_2$, xH_2O) শতকরা 14·73 ভাগ কেলাস-জল আছে। উক্ত কেলাসের সম্পূর্ণ সংকেত লিখ।]

Ans. কেলাসে কেলাস-জল = 14·73%.

∴ অনার্দ্র বেরিয়াম ক্লোরাইড = (100 − 14·73) = 85·27%.

$BaCl_2$-এর আণবিক ওজন = 137·4 + 2 × 35·5 = 208·4। অণু-সংখ্যার অনুপাতে,

$$BaCl_2 : H_2O = \frac{85\cdot27}{208\cdot4} : \frac{14\cdot73}{18}$$

$$= 0\cdot4092 : 0\cdot8183$$

$$= 1 : 2$$

সুতরাং $BaCl_2, xH_2O$-এর সম্পূর্ণ সংকেত $= BaCl_2, 2H_2O$.

9. 0·2012 g. of an organic compound, containing only carbon, hydrogen and oxygen, on being heated with excess of cupric oxide gave 0·4431 g. of CO_2 and 0·1462 g. of water. The molecular weight of the compound is 100. What is its molecular formula ?

[একটি জৈব যৌগিক পদার্থের 0·2012 গ্রাম লইয়া অতিরিক্ত কিউপ্রিক অক্সাইড দ্বারা উত্তপ্ত করিলে 0·4431 গ্রাম কার্বন ডাই-অক্সাইড এবং 0·1462 গ্রাম জল উৎপন্ন হয়। যৌগিক পদার্থটি কেবলমাত্র কার্বন, হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন লইয়া গঠিত। যৌগিক পদার্থটির আণবিক ওজন 100 হইলে উহার আণবিক সংকেত কত ?]

Ans. যৌগিক পদার্থটিকে কিউপ্রিক অক্সাইড দ্বারা উত্তপ্ত করিলে উহার কার্বন-অংশ কার্বন ডাই-অক্সাইডে এবং হাইড্রোজেন-অংশ জলে পরিণত হয়।

44 গ্রাম কার্বন ডাই-অক্সাইডে (CO_2) কার্বন আছে 12 গ্রাম,

∴ 0·4431 " " " " " $\frac{12 \times 0{\cdot}4431}{44}$

বা 0·12085 গ্রাম।

∴ 0·2012 গ্রাম যৌগে কার্বন আছে 0·12085 গ্রাম,

∴ 100 গ্রাম যৌগে কার্বন আছে $\frac{0{\cdot}12085 \times 100}{0{\cdot}2012}$ বা 60 গ্রাম।

আবার, 18 গ্রাম জলে হাইড্রোজেন আছে 2 গ্রাম,

0·1462 গ্রাম জলে হাইড্রোজেন আছে $\frac{2 \times 0{\cdot}1462}{18}$ বা ·01624 গ্রাম।

∴ 100 গ্রাম যৌগে হাইড্রোজেন আছে $\frac{{\cdot}01624 \times 100}{0{\cdot}2012}$ বা 8·07 গ্রাম।

∴ কার্বনের শতকরা মাত্রা = 60, হাইড্রোজেনের শতকরা মাত্রা = 8·07

∴ অক্সিজেনের শতকরা মাত্রা = 100 − (60 + 8·07) = 31·93.

ইহার পর 5 নং উদাহরণ অনুসারে কর। যৌগটির আণবিক সংকেত হইবে $C_5H_8O_2$.

80. Work out the empirical formula of the mineral from the following percentage composition.

[নিম্নলিখিত শতকরা সংযুক্তি হইতে খনিজ পদার্থ টির স্থূল-সংকেত নির্ণয় কর।]

$Al_2O_3 = 38{\cdot}41$; $K_2O = 12{\cdot}10$; $SiO_2 = 45{\cdot}07$; $H_2O = 4{\cdot}42$

Ans. $Al_2O_3 = 2 \times 27 + 3 \times 16 = 102$; $K_2O = 2 \times 39 + 16 = 94$;

$SiO_2 = 28 + 2 \times 16 = 60$; $H_2O = 2 \times 1 + 16 = 18$.

ওজনের অনুপাতে, $Al_2O_3 : K_2O : SiO_2 : H_2O = 38{\cdot}41 : 12{\cdot}10 : 45{\cdot}07 : 4{\cdot}42$।

প্রতিটি যৌগের শতকরা মাত্রাকে উহার আণবিক ওজন দ্বারা ভাগ করিয়া অণু-সংখ্যার অনুপাতে,

$$Al_2O_3 : K_2O : SiO_2 : H_2O = \frac{38{\cdot}41}{102} : \frac{12{\cdot}10}{94} : \frac{45{\cdot}07}{60} : \frac{4{\cdot}42}{18}$$

$$= 0{\cdot}376 : 0{\cdot}128 : 0{\cdot}751 : 0{\cdot}245$$

$$= \frac{0{\cdot}376}{0{\cdot}128} : \frac{0{\cdot}128}{0{\cdot}128} : \frac{0{\cdot}751}{0{\cdot}128} : \frac{0{\cdot}245}{0{\cdot}128}$$

$$= 2{\cdot}93 : 1 : 5{\cdot}86 : 1{\cdot}91$$

$$= 3 : 1 : 6 : 2 \text{ (নিকটতম পূর্ণ সংখ্যা)}$$

সুতরাং খনিজের স্থূল-সংকেত, $K_2O, 3Al_2O_3, 6SiO_2, 2H_2O$.

11. Two oxides of a metal contain 27·6% and 30% of oxygen respectively. If the formula of the first oxide be M_3O_4, find that of the second.

[কোন ধাতুর দুইটি অক্সাইডের মধ্যে যথাক্রমে 27·6% এবং 30% অক্সিজেন আছে। যদি প্রথম অক্সাইডের সংকেত M_3O_4 হয়, দ্বিতীয় অক্সাইডের সংকেত নির্ণয় কর।] —Cal. I. Sc ; H. S. 1965

Ans. প্রথম অক্সাইডের অক্সিজেনের শতকরা মাত্রা = 27·6 ; সুতরাং ধাতুর শতকরা মাত্রা = (100 − 27·6) বা 72·4। সেইরূপ, দ্বিতীয় অক্সাইডের অক্সিজেন ও ধাতুর শতকরা মাত্রা যথাক্রমে 30 এবং 70।

মনে করা হইল, M ধাতুর পারমাণবিক ওজন = a.

প্রথম অক্সাইডে, M ধাতুর পরমাণু-সংখ্যা $= \frac{\text{M-ধাতুর শতকরা মাত্রা}}{\text{M-ধাতুর পারমাণবিক ওজন}} = \frac{72{\cdot}4}{a}$

এবং অক্সিজেনের পরমাণু-সংখ্যা $= \frac{\text{অক্সিজেনের শতকরা মাত্রা}}{\text{অক্সিজেনের পারমাণবিক ওজন}} = \frac{27{\cdot}6}{16}$

প্রথম অক্সাইডের সংকেত M_3O_4 ; সুতরাং ঐ অক্সাইডে M ও অক্সিজেনের পরমাণুর অনুপাত = 3 : 4। সুতরাং, $= \frac{72{\cdot}4}{a} : \frac{27{\cdot}6}{16}$ 3 : 4, বা a = 55·97।

আবার, দ্বিতীয় অক্সাইডে,

$$\frac{\text{M-ধাতুর পরমাণু-সংখ্যা}}{\text{অক্সিজেনের পরমাণু-সংখ্যা}} = \frac{70/55{\cdot}97}{30/16} = \frac{1{\cdot}25}{1{\cdot}87} = \frac{1}{1{\cdot}5}$$

সুতরাং, ইহার স্থূল-সংকেত $= M_1O_{1.5}$ অর্থাৎ M_2O_3

(2 দ্বারা গুণ করিয়া, কেননা পরমাণুর ভগ্নাংশ সম্ভব নহে।)

যেহেতু অক্সাইডটির আণবিক ওজন দেওয়া নাই, M_2O_3 দ্বারা উহার সংকেত নির্দেশ করা হইল।

12. An element (E) forms a hydride which contains 25 per cent of hydrogen. E also forms two oxides, (A) and (B) containing 57·1 and 72·7 per cent of oxygen respectively. The atomic weight of E is 12. Find the formulae of the hydride and the two oxides.

[একটি মৌলের (E) হাইড্রাইডে শতকরা 25 ভাগ হাইড্রোজেন আছে। এই মৌলটি দুইটি অক্সাইড, (A) এবং (B) গঠন করে। A-অক্সাইডে অক্সিজেনের শতকরা মাত্রা 57·1 এবং B-অক্সাইডে 72·7। E মৌলের পারমাণবিক ওজন 12 হইলে হাইড্রাইড এবং অক্সাইড দুইটির সংকেত নির্ণয় কর।]

Ans. হাইড্রাইড-যৌগে $H = 25\% \quad \therefore \quad E = 75\%$

ওজনের অনুপাতে, $E : H = 75 : 25$

পরমাণু-সংখ্যার অনুপাতে, $E : H = \frac{75}{12} : \frac{25}{1} = 6{\cdot}25 : 25 = 1 : 4$

$\therefore$ হাইড্রাইডের সংকেত $= EH_4$।

A-অক্সাইডে ওজনের অনুপাতে, $E : O = (100 - 57{\cdot}1) : 57{\cdot}1 = 42{\cdot}9 : 57{\cdot}1$

$\therefore$ পরমাণু-সংখ্যার অনুপাতে $E : O = \frac{42{\cdot}9}{12} : \frac{57{\cdot}1}{16} = 3{\cdot}57 : 3{\cdot}56 = 1 : 1$

$\therefore$ A-এর সংকেত $= EO$।

B-অক্সাইডে ওজনের অনুপাতে, $E : O = (100 - 72{\cdot}7) : 72{\cdot}7$

$= 27{\cdot}3 : 72{\cdot}7$

$\therefore$ পরমাণু সংখ্যার অনুপাতে $= \frac{27{\cdot}3}{12} : \frac{72{\cdot}7}{16} = 2{\cdot}27 : 4{\cdot}54 = 1 : 2$

$\therefore$ B-এর সংকেত $= EO_2$।

EXERCISE III

[See page 151 for list of atomic weights to be used in the following calculations.]

1. A compound contains 11·11 per cent of hydrogen and 88·89 per cent of oxygen. What is the empirical formula ? [H_2O]

2. A compound of carbon and chlorine contains 92·2 per cent of chlorine. What is the empirical formula ? [CCl_4]

3. A compound consists of 2·041% hydrogen, 32·65% sulphur and rest oxygen. Calculate the simplest formula of the compound. [H_2SO_4]

4. What is the empirical formula of a compound which consists of 0·74% hydrogen, 23·53% sulphur, 28·68% potassium and 47·06% oxygen ? [$KHSO_4$]

5. A colourless crystalline compound on analysis was found to contain 44·8 per cent of potassium and 18·4 per cent of sulphur. The rest was oxygen What is the empirical formula of the compound ? —H. S (Comp.) 1961

[**Ans.** K=44·8%, S=18·4%. ∴ O=100−(44·8+18·4) বা 36·8%

ওজনের অনুপাতে, K : S : O=44·8 : 18·4 : 36·8

সুতরাং, পরমাণু-সংখ্যার অনুপাতে, $K : S : O = \frac{44.8}{39} : \frac{18.4}{32} : \frac{36.8}{16}$

=1·148 : 0·575 : 2·3

=1·99 : 1 : 4 (0·575 দ্বারা ভাগ করিয়া।)

=2 : 1 : 4 (নিকটতম পূর্ণসংখ্যা লইয়া)

অতএব, যৌগটির স্থূল সংকেত= K_2SO_4.]

6. A substance consists of 35% N, 5% H and 60% O. On being heated, it yields a gas which contains 63·63% of N and 36·37% of oxygen. Calculate the simple formula of each. [NH_4NO_3, N_2O]

7. What is the simple formula of a compound which contains 10·06 per cent of carbon, 0·84 per cent of hydrogen, and 89·10 per cent of chlorine ? [$CHCl_3$]

8. A compound of carbon, hydrogen and oxygen consists of 9·8 per cent hydrogen and 58·83 per cent carbon. What is its empirical formula ? [$C_5H_{10}O_2$]

9. From the following percentage compositions, deduce the empirical formula of each ;

(i) Na = 29·1, S = 40·5, O = 30·4.

(ii) S = 23·76, O = 23·70, Cl = 52·54

(iii) C = 20, H = 6·7, N = 46·66, O = 26·64

(iv) K = 26·53, Cr = 35·37, O = 38·10

[(i) $Na_2S_2O_3$ (ii) SO_2Cl_2 (iii) CON_2H_4 (iv) $K_2Cr_2O_7$]

19. A compound has the following composition :—

K = 56·52%., C = 8·70% and O = 34·78%. Find the formula of the compound. —H. S. 1968 (Comp.)

[ওজনের অনুপাতে, K : C : O = 56·52 : 8·70 : 34·78

∴ পরমাণু-সংখ্যার অনুপাতে $K : C : O = \frac{56.52}{39} : \frac{8.70}{12} : \frac{34.78}{16}$

$= 1.45 : 0.725 : 2.196$

ক্ষুদ্রতম সংখ্যাদ্বারা ভাগ করিয়া, $= \frac{1.45}{0.725} : \frac{0.725}{0.725} : \frac{2.196}{0.726}$

$= 2 : 1 : 3$

সুতরাং যৌগের স্থূল-সংকেত = K_2CO_3]

11. 1 g. of a compound contains 0·4 g. of calcium, 0·12 g. of carbon and 0·48 g. of oxygen. What is the empirical formula ? [$CaCO_3$]

12. 1 g. of phosphorus gave 2·29 g. of an oxide on burning. Find its simplest formula. [P_2O_5]

13. 100 g. of a carbohydrate (a compound of carbon, hydrogen and oxygen) contain C 42·11% and hydrogen 6·43%. What is the empirical formula ? [$C_{12}H_{22}O_{11}$]

14. Work out the empirical formulæ of the minerals from the following percentage compositions :—

(i) $MgO = 31·75$; $SiO_2 = 63·49$; $H_2O = 4·76$

(ii) $ZnO = 67·58$; $SiO_2 = 24·92$; $H_2O = 7·50$

(iii) $MgO = 23·48$; $FeO = 41·74$; $SiO_2 = 34·78$

(iv) $CaO = 48$; $P_2O_5 = 41·3$; $CaCl_2 = 10·7$

[(i) $3MgO, 4SiO_2, H_2O$ (ii) $2ZnO, SiO_2$; H_2O
(iii) MgO, FeO, SiO_2 (iv) $9CaO, 2P_2O_5, CaCl_2$]

15. A compound contains 5·88% of hydrogen and 94·12% of oxygen. Its molecular weight is 34. What is the molecular formula ? [H_2O_2]

16. A compound of carbon, hydrogen and oxygen contains 40 per cent of carbon and 6·67 per cent of hydrogen. Its molecular weight is 180. Determine the molecular formula of the compound.
—H. S. 1967 ; 1970 (Comp.)

[C = 40% ; H = 6·67% ∴ O = 100 − (40 + 6·67) = 53·33%

ওজনের অনুপাতে, C : H : O = 40 : 6·67 : 53·33

∴ পরমাণু-সংখ্যার অনুপাতে, $C : H : O = \frac{40}{12} : \frac{6·67}{1} : \frac{53·33}{16}$

= 3·33 : 6·67 : 3·33

= 1 : 2 : 1

(3·33 দ্বারা ভাগ করিয়া)

∴ স্থূল-সংকেত = CH_2O ∴ $(CH_2O)n = 180$

বা (12 + 2 + 16)n = 180, বা n = 6

∴ যৌগের আণবিক সংকেত = $C_6H_{12}O_6$]

17. A compound, on analysis gave the following percentage composition by weight ; H = 9·09, O = 36·36, C = 54·55. Its molecular weight is 88. Find its molecular formula. [$C_4H_8O_2$]

18. A gaseous hydrocarbon consists of 85·71% carbon and 14·29% hydrogen. The molecular weight of the hydrocarbon is 27·9 What is its molecular formula ? [C_2H_4]

19. A chloride of mercury contains 84·92% of mercury. Its molecular weight is 471. What is the molecular formula ? [Hg_2Cl_2]

20. Two hydrated chlorides of iron have the following percentage compositions. Find their empirical formula.

(i) Fe=28·14 ; Cl=35·68 ; H_2O=36·18

(ii) Fe=20·74 ; Cl=39·37 ; H_2O=39·89

[(i) $FeCl_2$, $4H_2O$. (ii) $FeCl_3$, $6H_2O$]

21. A compound containing Na, S, O and H gave on analysis the following results : Na=14·31%, S=9·97%, H=6·25% and O=69·47%. Calculate the formula of the compound on the assumption that all the hydrogen atoms in the compound are present in combination with oxygen as water. [Na_2SO_4 $10H_2O$]

22. A crystalline salt contains 18·55 p c. of sodium, 25·81 p c. of sulphur, 19·35 p.c. of oxygen (which is not present as water) and 36·29 p c. of water of crystallisation. What is its formula ? [$Na_2S_2O_3$, $5H_2O$]

23. In an experiment to determine the composition of water by weight 0·662 g. of cupric oxide was reduced by hydrogen and 0·529 g. of copper and 0·15 g. of water were formed. Find the empirical formula of water.

24. 0·243 g. of an organic substance containing only carbon, hydrogen and oxygen, on heating with excess of copper oxide, gave 0·693 g. of carbon dioxide and 0·162 g. of water. Find the simplest formula of the substance. [C_7H_8O]

25. One gram of a compound contains 0·1704 g of sodium, 0·4741 g. of sulphur, and 0·3555 g of oxygen. Its molecular weight is 270. What multiple of the empirical formula is the molecular formula ? [2]

26. 3·25 g. of an organic acid contain 1·879 g. of carbon, 0·118 g. of hydrogen and 1·253 g. of oxygen. The molecular weight of the acid is 166. What is its molecular formula ? [$C_8H_6O_4$]

27. 12·325 g. of Fpsom salt lose 6·306 g. of water on dehydration and leaves behind $MgSO_4$. What is the formula of Epsom salt ? [$MgSO_4, 7H_2O$]

28. Two oxides of a metal contain 20·13 and 11·19% of oxygen respectively. If the formula of the first oxide be MO, find that of the second [M_2O]

29. Two oxides of a metal contain 70 and 77·7% of the metal respectively. If the formula of the first oxide be M_2O_3, find that of the second. [MO]

30. Carbon monoxide was passed over heated cupric oxide when 1·137 g carbon dioxide were formed and cupric oxide lost 0·413 g. Find the formula of carbon monoxide. [CO]

31. A crystallised salt on being rendered anhydrous loses 45·6% of its weight. The anhydrous salt has the percentage composition : K=15·1 Al=10·5, S=24·8, O=49·6. Calculate the simplest formula of the anhydrous and the crystallised salt.

[অনার্দ্র লবণের সংকেত নির্ণয় :

পরমাণু সংখ্যার অনুপাতে,

$$K : Al : S : O = \frac{15·1}{39} : \frac{10·5}{27} : \frac{24·8}{32} : \frac{49·6}{16}$$

$$= 0·4 : 0·4 : 0·775 : 3·1$$

$$= 1 : 1 : 2 : 8$$ (ক্ষুদ্রতম সংখ্যা 0·4 দ্বারা ভাগ করিয়া এবং ভাগফলের নিকটতম পূর্ণসংখ্যা লইয়া)

∴ অনার্দ্র লবণের স্থূল-সংকেত=$KAlS_2O_8$ এবং ইহার আণবিক ওজন= 39+27+2×32+8×16=258।

কেলাসিত লবণের সংকেত নির্ণয় :—

অণু-সংখ্যার অনুপাতে,

$$KAlS_2O_8 : H_2O = \frac{100-45·6}{258} : \frac{45·6}{18}$$

$$=\frac{54.4}{258} : \frac{45.6}{18}$$

$$=0.21 : 2.53$$

$$=1 : 12$$

∴ কেলাসের সংকেত $=KAlS_2O_8, 12H_2O$]

[C] Calculations involving weights from chemical equations

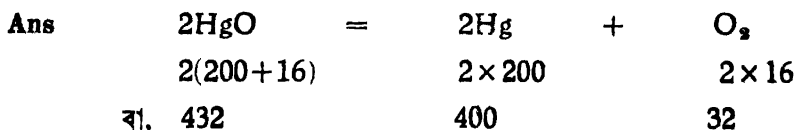
[রাসায়নিক সমীকরণ হইতে পদার্থের ওজন-সংক্রান্ত গণনা]

নিয়ম—(i) বিক্রিয়াটি সম্পূর্ণ ও সঠিকভাবে সমীকরণ দ্বারা প্রকাশ করা হয়। (ii) সমীকরণে ব্যবহৃত মৌলিক ও যৌগিক পদার্থের পারমাণবিক ও আণবিক ওজন উহাদের সংকেতের নীচে লেখা হয়। (iii) সমীকরণের লিখিত ওজনগুলির অনুপাত এবং প্রদত্ত উপাত্ত (data) হইতে নির্ণেয় ওজন গণনা করা হয়।

Numerical Examples [গাণিতিক উদাহরণ]

1. What weights of oxygen and mercury would be produced by the decomposition by heat of 50 g. of mercuric oxide ?

[50 গ্রাম মারকিউরিক অক্সাইডকে তাপে বিযোজিত করিলে কত গ্রাম অক্সিজেন এবং মারকারি উৎপন্ন হইবে ?]

Ans	$2HgO$	=	$2Hg$	+	O_2
	$2(200+16)$		2×200		2×16
বা,	432		400		32

(i) 432 গ্রাম HgO হইতে অক্সিজেন উৎপন্ন হয় 32 গ্রাম,

50 গ্রাম ,, ,, ,, ,, ,, $\frac{32\times50}{432}$ বা 3·7 গ্রাম।

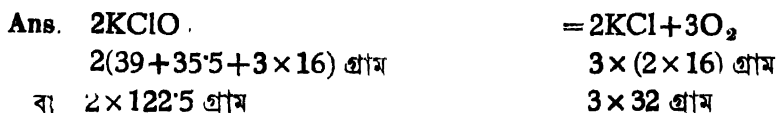
(ii) 432 গ্রাম HgO হইতে Hg উৎপন্ন হয় 400 গ্রাম,

∴ 50 গ্রাম ,, ,, ,, ,, ,, $\frac{400\times50}{432}$ বা 46·29 গ্রাম।

2. How much potassium chlorate will be just required to produce 5 gram of oxygen ? —H. S. 1971 (Comp.)

[5 গ্রাম অক্সিজেন প্রস্তুত করিবার জন্য কত গ্রাম পটাসিয়াম ক্লোরেট প্রয়োজন ?]

Ans. $2KClO_3 = 2KCl + 3O_2$

$2(39+35{\cdot}5+3\times16)$ গ্রাম $\qquad 3\times(2\times16)$ গ্রাম

বা $2\times122{\cdot}5$ গ্রাম $\qquad 3\times32$ গ্রাম

3×32 গ্রাম অক্সিজেন প্রস্তুত করিতে $KClO_3$ প্রয়োজন $2\times122{\cdot}5$ গ্রাম,

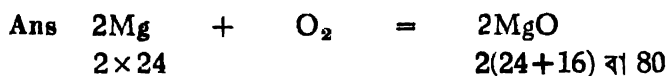
∴ 5 গ্রাম ,, ,, ,, $\dfrac{2\times122{\cdot}5\times5}{3\times32}$

বা 12·76 গ্রাম।

3. Magnesium ribbon was completely burnt in oxygen and the weight of magnesium oxide was found to be 1·6 g. What weight of magnesium ribbon was used ?

[ম্যাগনেসিয়াম ফিতা অক্সিজেনে সম্পূর্ণ দহন করিয়া 1·6 গ্রাম ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড পাওয়া গেল। কত গ্রাম ম্যাগনেসিয়াম ফিতা লওয়া হইয়াছিল ?]

Ans $2Mg + O_2 = 2MgO$

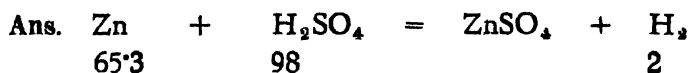
$2\times24 \qquad 2(24+16)$ বা 80

80 গ্রাম MgO পাইতে হইলে Mg লওয়া প্রয়োজন 2×24 গ্রাম,

∴ 1·6 ,, ,, ,, ,, ,, $\dfrac{2\times24\times1{\cdot}6}{80}$ বা 0·96 গ্রাম

4. What weights of zinc and sulphuric acid would be required to produce 1·2 g. of hydrogen ?

[1·2 গ্রাম হাইড্রোজেন প্রস্তুত করিতে কত জিংক ও সালফিউরিক অ্যাসিড লাগিবে ?]

Ans. $Zn + H_2SO_4 = ZnSO_4 + H_2$

$65{\cdot}3 \qquad 98 \qquad 2$

2 গ্রাম H-এর জন্য জিংক লাগে 65·3 গ্রাম,

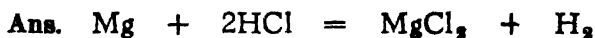
∴ 1·2 ,, ,, ,, ,, ,, $\dfrac{65{\cdot}3\times1{\cdot}2}{2}$ বা 39·18 গ্রাম

সেইরূপ, H_2SO_4-এর ওজন $=\dfrac{98\times1{\cdot}2}{2}$ বা 58·8 গ্রাম।

5. What weight of hydrogen will be formed when 3 g. of magnesium are treated with 7 g. of hydrochloric acid ?

[3 গ্রাম ম্যাগনেসিয়াম ও 7 গ্রাম হাইড্রোক্লোরিক আাসিড মিশাইলে কত গ্রাম হাইড্রোজেন উৎপন্ন হইবে ?]

[এইরূপ উদাহরণে যেখানে দুই বা ততোধিক বিক্রিয়কের ওজন দেওয়া থাকে সেখানে কোন্ বিক্রিয়কটি সম্পূর্ণ ব্যবহৃত হইয়া যায় তাহা দেখিতে হইবে। এই বিক্রিয়কের ওজনের উপরেই শেষ পর্যন্ত উৎপন্ন দ্রব্যের পরিমাণ নির্ভর করে। কারণ বিক্রিয়কটি সম্পূর্ণ ব্যবহৃত হইবার পর অপর বিক্রিয়ক উদ্বৃত্ত থাকিলেও রাসায়নিক ক্রিয়া আর চলিতে পারে না। সুতরাং যে বিক্রিয়কটি সম্পূর্ণ ব্যবহৃত হইয়া যায়, তাহার ওজন লইয়া গণনা করা হয়।]

Ans. $Mg + 2HCl = MgCl_2 + H_2$

24 73 2

24 গ্রাম ম্যাগনেসিয়ামের জন্য HCl লাগে 73 গ্রাম,

∴ 3 গ্রাম " " " " $\frac{73}{8}$ বা 9·125 গ্রাম।

কিন্তু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের ওজন দেওয়া আছে 7 গ্রাম। সুতরাং উৎপন্ন হাইড্রোজেনের পরিমাণ HCl-এর পরিমাণের উপর নির্ভর করিবে। এইজন্য HCl-এর ওজন লইয়া গণনা করা হয়।

73 গ্রাম HCl হইতে হাইড্রোজেন উৎপন্ন হয় 2 গ্রাম,

7 গ্রাম " " " " " $\frac{2 \times 7}{73}$ বা 0·1917 গ্রাম।

6. Find the weight of calcium nitrate formed by treating 60 gms. of calcium oxide with 100 gms. of nitric acid.—H. S. 1967

[60 গ্রাম ক্যালসিয়াম অক্সাইড এবং 100 গ্রাম নাইট্রিক অ্যাসিডের বিক্রিয়ায় উৎপন্ন ক্যালসিয়াম নাইট্রেটের ওজন নির্ণয় কর।]

Ans. $CaO + 2HNO_3 = Ca(NO_3)_2 + H_2O$

56 গ্রাম 126 গ্রাম 164 গ্রাম

56 গ্রাম CaO-এর জন্য নাইট্রিক অ্যাসিড প্রয়োজন 126 গ্রাম,

∴ 60 গ্রাম " " " " " $\frac{126 \times 60}{56} = 135$ গ্রাম।

কিন্তু নাইট্রিক অ্যাসিডের ওজন দেওয়া আছে 100 গ্রাম। সুতরাং নাইট্রিক অ্যাসিড সম্পূর্ণ ব্যবহৃত হইবে। অতএব, নাইট্রিক অ্যাসিডের ওজন লইয়া হিসাব করিতে হইবে।

126 গ্রাম HNO_3 লইলে ক্যালসিয়াম নাইট্রেট উৎপন্ন হয় 164 গ্রাম,

∴ 100 গ্রাম HNO_3 " " " " "

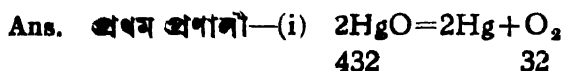
$\frac{164 \times 100}{126}$ গ্রাম বা 130·16 গ্রাম।

∴ নির্ণেয় ওজন = 130·16 গ্রাম।

7. How much potassium chlorate must be strongly heated to yield as much oxygen as would be obtained from 1)0 g. of mercuric oxide ? —cf. H.S. 1967

[100 গ্রাম মারকিউরিক অক্সাইড হইতে যে পরিমাণ অক্সিজেন পাওয়া যায় তাহা কত পটাসিয়াম ক্লোরেট উত্তপ্ত করিলে পাওয়া যাইবে ?]

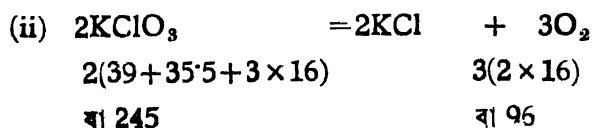
Ans. **প্রথম প্রণালী**—(i) $2HgO = 2Hg + O_2$

432 32

432 গ্রাম HgO হইতে অক্সিজেন পাওয়া যায় 32 গ্রাম,

∴ 100 গ্রাম HgO হইতে অক্সিজেন পাওয়া যায় $\frac{32 \times 100}{402}$ বা 7·407 গ্রাম।

(ii) $2KClO_3 = 2KCl + 3O_2$

$2(39 + 35{\cdot}5 + 3 \times 16)$ $3(2 \times 16)$

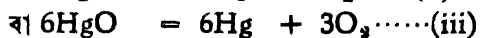
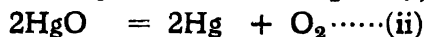
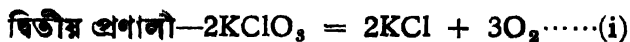
বা 245 বা 96

96 গ্রাম অক্সিজেন পাওয়া যায় 245 গ্রাম $KClO_3$ হইতে,

∴ 7·407 গ্রাম " " " $\frac{245 \times 7{\cdot}407}{96}$ বা 18·9 গ্রাম $KClO_3$ হইতে।

সুতরাং, $KClO_3$-এর নির্ণেয় ওজন = 18·9 গ্রাম।

দ্বিতীয় প্রণালী—$2KClO_3 = 2KCl + 3O_2 \cdots\cdots(i)$

$2HgO = 2Hg + O_2 \cdots\cdots(ii)$

বা $6HgO = 6Hg + 3O_2 \cdots\cdots(iii)$

[HgO হইতে $3O_2$ পাইবার জন্য (ii) নং সমীকরণকে 3 দ্বারা গুণ করা হইয়াছে।]

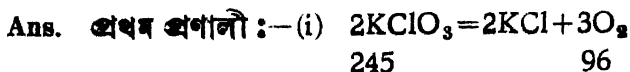
(i) ও (iii) সমীকরণ দুইটি তুলনা করিলে দেখা যায় যে 6HgO এবং $2KClO_3$ হইতে একই পরিমাণ অক্সিজেন ($3O_2$) উৎপন্ন হয়। $6HgO = 6 \times 216$; $2KClO_3 = 2 \times 122{\cdot}5$। অতএব, 6×216 গ্রাম HgO হইতে যত গ্রাম অক্সিজেন পাওয়া যায় তত গ্রাম পাওয়া যায় $2 \times 122{\cdot}5$ গ্রাম $KClO_3$ হইতে।

∴ 100 গ্রাম HgO হইতে যত গ্রাম অক্সিজেন পাওয়া যায় তত গ্রাম পাওয়া যায় $\frac{2 \times 122{\cdot}5 \times 100}{5 \times 216}$ বা 18·9 গ্রাম $KClO_3$ হইতে।

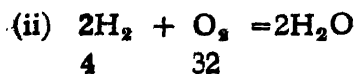
∴ $KClO_3$-এর নির্ণেয় ওজন = 18·9 গ্রাম।

8. 49 g. of potassium chlorate are heated to produce oxygen. What weight of zinc. will be required to produce sufficient hydrogen to completely combine with this oxygen ?

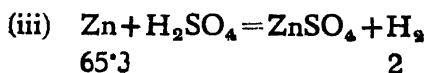
[49 গ্রাম পটাসিয়াম ক্লোরেট উত্তপ্ত করিয়া অক্সিজেন উৎপন্ন করা হইল। উৎপন্ন অক্সিজেনের সহিত সম্পূর্ণ বিক্রিয়ার জন্য প্রয়োজনীয় হাইড্রোজেন কি পরিমাণ জিংক হইতে পাওয়া যাইবে ?]

Ans. প্রথম প্রণালী :—(i) $\underset{245}{2KClO_3} = 2KCl + \underset{96}{3O_2}$

245 গ্রাম $KClO_3$ হইতে অক্সিজেন উৎপন্ন হয় 96 গ্রাম,

∴ 49 „ $KClO_3$ „ „ „ „ $\frac{96 \times 49}{245}$ বা 19·9 গ্রাম।

(ii) $\underset{4}{2H_2} + \underset{32}{O_2} = 2H_2O$

32 গ্রাম অক্সিজেন যুক্ত হয় 4 গ্রাম হাইড্রোজেনের সহিত,

∴ 19·2 „ „ „ „ $\frac{4 \times 19{\cdot}2}{39}$ বা 2·4 গ্রাম হাইড্রোজেনের সহিত।

(iii) $Zn + H_2SO_4 = ZnSO_4 + H_2$
65·3 2

2 গ্রাম হাইড্রোজেন উৎপন্নের জন্য জিংক লাগে 65·3 গ্রাম,

∴ 2·4 " " " " " " $\frac{65.3 \times 2.4}{2}$

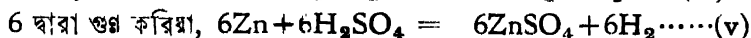
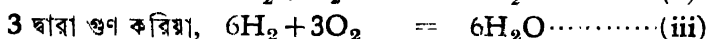
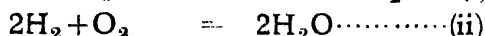
বা 78·36 গ্রাম।

দ্বিতীয় প্রণালী :–

$$2KClO_3 = 2KCl + 3O_2 \cdots\cdots (i)$$
$$2H_2 + O_2 = 2H_2O \cdots\cdots (ii)$$

3 দ্বারা গুণ করিয়া, $6H_2 + 3O_2 = 6H_2O \cdots\cdots (iii)$

আবার, $Zn + H_2SO_4 = ZnSO_4 + H_2 \cdots\cdots (iv)$

6 দ্বারা গুণ করিয়া, $6Zn + 6H_2SO_4 = 6ZnSO_4 + 6H_2 \cdots\cdots (v)$

(i), (ii) ও (v) নং সমীকরণগুলি তুলনা করিলে দেখা যায় যে 2 গ্রাম-অণু (বা 245 গ্রাম) $KClO_3$, 6 গ্রাম-অণু হাইড্রোজেনের সহিত সম্পূর্ণ বিক্রিয়ার জন্য উপযুক্ত পরিমাণ অক্সিজেন উৎপন্ন করে। এই 6 গ্রাম-অণু হাইড্রোজেন উৎপন্ন হয় 6 গ্রাম-পরমাণু (বা 6 × 65·3 গ্রাম) জিংক হইতে।

অতএব, $KClO_3$-এর ওজন 245 গ্রাম হইলে জিংকের ওজন হইবে

6 × 65·3 গ্রাম,

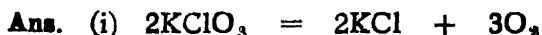
∴ $KClO_3$-এর ওজন 49 গ্রাম হইলে জিংকের ওজন হইবে $\frac{6 \times 65.3 \times 49}{245}$

বা 78·36 গ্রাম।

[(i) নং সমীকরণ অনুসারে $3O_2$ উৎপন্ন হয়; এই $3O_2$-এর জন্য $6H_2$ প্রয়োজন; সেইজন্য (ii) নং সমীকরণকে 3 দ্বারা গুণ করিয়া (iii) নং সমীকরণ লিখিত হইয়াছে। আবার, এই $6H_2$ পাইবার জন্য (iv) নং সমীকরণকে 6 দ্বারা গুণ করিয়া (v) নং সমীকরণ লিখিত হইয়াছে।]

9. What changes in weight will be observed on heating sufficiently one gram each of (i) potassium chlorate and (ii) calcium carbonate separately? —H. S. 1971

[এক গ্রাম করিয়া পটাসিয়াম ক্লোরেট এবং ক্যালসিয়াম কার্বনেট যথেষ্টভাবে উত্তপ্ত করিলে প্রতি ক্ষেত্রে ওজনের কতটা পরিবর্তন হইবে?]

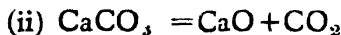
Ans. (i) $2KClO_3 \ = \ 2KCl \ + \ 3O_2$

245 গ্রাম 149 গ্রাম

245 গ্রাম $KClO_3$-কে উত্তপ্ত করিলে উৎপন্ন KCl-এর ওজন হয় 149 গ্রাম,

∴ 1 " " " " " " " " $\frac{149}{245}$

বা 0·608 গ্রাম।

∴ ওজন হ্রাস = 1 − 0·608 = 0·392 গ্রাম।

(ii) $CaCO_3 = CaO + CO_2$

100 গ্রাম 56 গ্রাম

100 গ্রাম $CaCO_3$-কে উত্তপ্ত করিলে উৎপন্ন CaO-এর ওজন হয় 56 গ্রাম,

∴ 1 " " " " " " " " 0·56 গ্রাম।

∴ ওজন হ্রাস = 1 − 0·56 = 0·44 গ্রাম।

10. Air contains 23 per cent by weight of oxygen. How much phosphorus should be burnt to remove oxygen from 1000 g. of air ? What would be the weight of residual gas ?

[বায়ুতে ওজন হিসাবে শতকরা 23 ভাগ অক্সিজেন আছে। 1000 গ্রাম বায়ু হইতে সমস্ত অক্সিজেন সরাইতে কত ফসফরাস দহন করিতে হইবে ? অবশিষ্ট গ্যাসের ওজন কত ?]

Ans. 100 গ্রাম বায়ুতে অক্সিজেনের পরিমাণ = 23 গ্রাম,

∴ 1000 গ্রাম বায়ুতে অক্সিজেনের পরিমাণ = 23 × 10 বা 230 গ্রাম।

$4P \ + \ 5O_2 \ = \ 2P_2O_5$

$4 \times 31 \qquad 5 \times 32$

5 × 32 গ্রাম অক্সিজেনের জন্য ফস্‌ফরাস লাগে 4 × 31 গ্রাম,

∴ 230 গ্রামের জন্য ফস্‌ফরাস লাগে $\frac{4 \times 31 \times 230}{5 \times 32}$ বা 178·25 গ্রাম।

অবশিষ্ট গ্যাসের ওজন = 1000 − 230 বা 770 গ্রাম।

11. **10 kilograms of coal, containing 90% carbon, and 5% hydrogen are completely burnt in air. Find the weight of air**

which is required for the purpose, assuming air contains 23% by weight of oxygen.

[10 কিলোগ্রাম কয়লা (উহাতে শতকরা 90 ভাগ কার্বন এবং 5 ভাগ হাইড্রোজেন আছে) বায়ুতে সম্পূর্ণরূপে পোড়ান হইল। বায়ুতে ওজন হিসাবে শতকরা 23 ভাগ অক্সিজেন আছে ধরিলে এই জন্য কত ওজনের বায়ু লাগিবে ?]

Ans. 10 কিলোগ্রাম = 10000 গ্রাম।

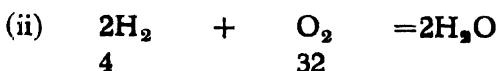
10 কিলোগ্রাম কয়লায় 9000 গ্রাম কার্বন এবং 500 গ্রাম হাইড্রোজেন আছে।

(i) $C + O_2 = CO_2$

12 গ্রাম কার্বনের জন্য অক্সিজেন প্রয়োজন 32 গ্রাম,

∴ 9000 " " " " " $\frac{32 \times 9000}{12}$ বা 24000 গ্রাম।

(ii) $2H_2 + O_2 = 2H_2O$

4 32

4 গ্রাম হাইড্রোজেনের জন্য অক্সিজেন প্রয়োজন 32 গ্রাম,

∴ 500 " " " " " $\frac{32 \times 500}{4}$

বা 4000 গ্রাম।

∴ মোট অক্সিজেন = (24000 + 4000) বা 28000 গ্রাম।

23 গ্রাম অক্সিজেন আছে 100 গ্রাম বায়ুতে,

∴ 28000 গ্রাম " " $\frac{100 \times 28000}{23}$ গ্রাম বা 121700 গ্রাম বায়ুতে।

∴ প্রয়োজনীয় বায়ু = 121700 গ্রাম।

12. Hydrogen obtained by the action of sulphuric acid on 20 g. of zinc is passed through a heated tube containing 100 g. of pure and dry cupric oxide. What is the weight of residue ? What are its constituents ?

[20 গ্রাম জিংক ও সালফিউরিক অ্যাসিড হইতে উৎপন্ন হাইড্রোজেন একটি উত্তপ্ত নলে রক্ষিত 100 গ্রাম বিশুদ্ধ ও শুষ্ক কিউপ্রিক অক্সাইডের উপর দিয়া প্রবাহিত করান হইল। নলে কি অবশেষ রহিল এবং তাহার ওজন কত ?]

Ans. $Zn + H_2SO_4 = ZnSO_4 + H_2$
65·3 2

20 গ্রাম জিংক হইতে উৎপন্ন H-এর ওজন $= \frac{2 \times 20}{65 \cdot 3}$ বা 0·6125 গ্রাম।

হাইড্রোজেনকে কপার অক্সাইডের উপর দিয়া প্রবাহিত করাইলে ইহা CuO-এর অক্সিজেনের সহিত যুক্ত হইয়া স্রীয়রূপে অক্সিজেন অপসারিত করে এবং Cu উৎপন্ন হয়। $2H_2 + O_2 = 2H_2O$
4 32

0·6125 গ্রাম H-এর সহিত সংযুক্ত অক্সিজেনের পরিমাণ $= \frac{32 \times 0 \cdot 6125}{4}$

বা 4·9 গ্রাম।

সুতরাং, অবশেষের ওজন = CuO-এর ওজন − অপহৃত অক্সিজেনের ওজন = (100 − 4·9) বা 95·1 গ্রাম। অর্থাৎ, Cu ও অপরিবর্তিত CuO-এর ওজন = 95·1 গ্রাম।

$CuO + H_2 = Cu + H_2O$
79·5 2 63·5

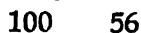
সমীকরণ হইতে দেখা যায়, 2 গ্রাম হাইড্রোজেন 63·5 গ্রাম Cu উৎপন্ন করিতে পারে। সুতরাং 0·6125 গ্রাম হাইড্রোজেন উৎপন্ন করিতে পারে $= \frac{63 \cdot 5 \times 0 \cdot 6125}{2}$

বা 19·447 গ্রাম Cu। ∴ CuO-এর ওজন = (95·1 − 19·447) বা 75·653 গ্রাম।

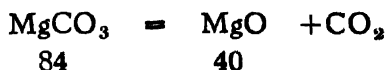
অতএব, অবশেষের ওজন = 95·1 গ্রাম, Cu-এর ওজন = 19·447 গ্রাম এবং CuO-এর ওজন = 75·653 গ্রাম।

13. 1·84 g. of a mixture of $CaCO_3$ and $MgCO_3$ are strongly heated till no further loss in weight takes place. The residue weighs 0·96 g. Calculate the percentage composition of the mixture.

[1·84 গ্রাম $CaCO_3$ এবং $MgCO_3$-এর একটি মিশ্রণ তীব্র উত্তপ্ত করা হইল যতক্ষণ ইহার ওজনের আর হ্রাস না হয়। মিশ্রণের শতকরা সংযুতি নির্ণয় কর।

Ans. মনে করা হইল, $CaCO_3$-এর ওজন=x গ্রাম, সুতরাং $MgCO_3$-এর ওজন=$(1{\cdot}84-x)$ গ্রাম। $CaCO_3 = CaO + CO_2$
100 56

100 গ্রাম $CaCO_3$ উত্তপ্ত করিলে 56 গ্রাম CaO অবশেষ থাকে,

∴ x গ্রাম " " " 56x/100 গ্রাম CaO অবশেষ থাকে।

$MgCO_3 = MgO + CO_2$
84 40

84 গ্রাম $MgCO_3$ উত্তপ্ত করিলে 40 গ্রাম MgO অবশিষ্ট থাকে,

∴ $(1{\cdot}84-x)$ গ্রাম " " " $40(1{\cdot}84-x)/84$ গ্রাম MgO অবশিষ্ট থাকে।

$$\therefore \frac{56x}{100}+\frac{40(1{\cdot}84-x)}{84}=0{\cdot}96. \quad \therefore x=1$$

∴ $CaCO_3$-এর শতকরা মাত্রা=$\frac{1\times 100}{1{\cdot}84}=54{\cdot}35$;

$MgCO_3$-এর শতকরা মাত্রা=$\frac{{\cdot}84\times 100}{1{\cdot}84}=45{\cdot}65$ ।

14. 1 g. of zinc containing zinc oxide as impurity gave on treatment with dil. acid 0·026 g. of hydrogen. Calculate the percentage of zinc in the impure specimen.

[জিংক অক্সাইড মিশ্রিত 1 গ্রাম ধাতব জিংক লঘু অ্যাসিডের সহিত বিক্রিয়ায় 0·026 গ্রাম হাইড্রোজেন উৎপন্ন করে। ইহাতে বিশুদ্ধ জিংকের শতকরা মাত্রা কত ?]

Ans. $Zn + H_2SO_4 = ZnSO_4 + H_2$

2 গ্রাম হাইড্রোজেন উৎপন্ন হয় 65·3 গ্রাম জিংক হইতে,

·026 " " " $\frac{65{\cdot}3\times{\cdot}026}{2}$ বা ·8489 গ্রাম জিংক হইতে।

সুতরাং 1 গ্রাম পদার্থে ·8489 গ্রাম বিশুদ্ধ জিংক আছে এবং বাকি (1 – ·8489) বা ·1511 গ্রাম জিংক অক্সাইড।

∴ বিশুদ্ধ জিংকের শতকরা মাত্রা=·8489 × 100=84·89.

15. Calculate the quantity of pyrolusite, containing 60% by weight of manganese dioxide, which would be required to liberate sufficient chlorine from hydrochloric acid to make 10 g. of anhydrous ferric chloride from the metal.

[ধাতব আয়রন হইতে 10 গ্রাম অনার্দ্র ফেরিক ক্লোরাইড প্রস্তুত করিবার জন্য প্রয়োজনীয় পরিমাণ ক্লোরিন হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড হইতে উৎপন্ন করিতে কি পরিমাণ পাইরোলুসাইট লাগিবে ? পাইরোলুসাইটে শতকরা 10 ভাগ ওজনের ম্যাংগানিজ ডাই-অক্সাইড আছে ।]

Ans. (i) $2Fe + 3Cl_2 = 2FeCl_3$

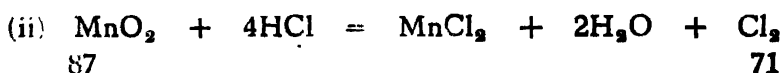
$2 \times 55.8 \quad 3 \times 71$

2×55.8 গ্রাম Fe-এর জন্য ক্লোরিন প্রয়োজন 3×71 গ্রাম,

$\therefore$ 10 গ্রাম " " " " $\dfrac{3 \times 71 \times 10}{2 \times 55.8}$

বা 19·086 গ্রাম ।

(ii) $MnO_2 + 4HCl = MnCl_2 + 2H_2O + Cl_2$

87 71

71 গ্রাম ক্লোরিন পাওয়া যায় 87 গ্রাম MnO_2 হইতে,

$\therefore$ 19·086 গ্রাম ক্লোরিন পাওয়া যায় $\dfrac{87 \times 19.086}{71}$ বা 23·387 গ্রাম MnO_2 হইতে ।

আবার,

60 গ্রাম MnO_2 থাকে 100 গ্রাম পাইরোলুসাইটে,

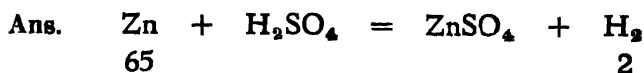
$\therefore$ 23·387 গ্রাম " " $\dfrac{100 \times 23.387}{60}$ বা 38·97 গ্রাম পাইরোলুসাইটে ।

16. Hydrogen prepared by the action of sulphuric acid on 13 g. of zinc is passed separately over (a) 10 g. (b) 20 g. of dry and heated copper oxide. What will be the weight of the residue and its composition in each case ? Cu=63, Zn=65.

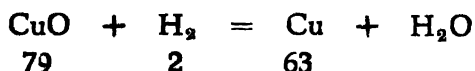
[H. S. 1966]

[13 গ্রাম জিংকের সহিত সালফিউরিক অ্যাসিডের বিক্রিয়ায় যে হাইড্রোজেন উৎপন্ন হয় তাহা পৃথকভাবে (a) 10 গ্রাম এবং (b) 20 গ্রাম শুষ্ক উত্তপ্ত কপার

অক্সাইডের উপর দিয়া প্রবাহিত করানো হইল। প্রতিক্ষেত্রে অবশেষের ওজন এবং উপাদান কি হইবে ?]

Ans. $Zn + H_2SO_4 = ZnSO_4 + H_2$
65   2

65 গ্রাম জিংক হইতে হাইড্রোজেন পাওয়া যায় 2 গ্রাম

13 গ্রাম ,, ,, ,, ,, $\frac{2\times 13}{65}$ বা 0·4 গ্রাম।

$CuO + H_2 = Cu + H_2O$
79   2   63

2 গ্রাম হাইড্রোজেন বিজারিত করে 79 গ্রাম CuO এবং উৎপন্ন হয়
63 গ্রাম কপার।

∴ 0·4 গ্রাম হাইড্রোজেন বিজারিত করে $\frac{79\times 0{\cdot}4}{2}$ বা 15 8 গ্রাম CuO এবং
উৎপন্ন হয় $\frac{63\times 0{\cdot}4}{2}$ বা 12·6 গ্রাম কপার।

(a) এক্ষেত্রে সমস্ত CuO (অর্থাৎ 10 গ্রাম) বিজারিত হয়।
79 গ্রাম CuO হইতে Cu উৎপন্ন হয় 63 গ্রাম,

∴ 10 গ্রাম ,, ,, ,, ,, ,, $\frac{63\times 10}{79}$ বা 7·97 গ্রাম।

(b) এক্ষেত্রে সমস্ত হাইড্রোজেন নিঃশেষিত হয় এবং CuO অবশিষ্ট থাকে। 0·4 গ্রাম হাইড্রোজেন 15·8 গ্রাম CuO-কে বিজারিত করিয়া 12 6 গ্রাম কপার উৎপন্ন করে। সুতরাং অপরিবর্তিত CuO=20 - 15·8=4·2 গ্রাম। সুতরাং অবশেষ=12·6 গ্রাম Cu+4·2 গ্রাম CuO। অবশেষের মোট ওজন =(12·6+4·2)=16·8 গ্রাম।

EXERCISE IV

[See page 151 for list of atomic weight to be used in the following calculations.]

1. What weight of oxygen is obtained by strongly heating 5 g. of mercuric oxide ? What weight of mercury will be left ?
[Ans. 0·37 g. ; 4·629 g.]

2. Find the weight of calcium oxide and carbon dioxide formed when 200 g. of calcium carbonate are strongly heated.

[Ans. 112 g. ; 88 g.]

3. What weight of potassium chlorate must be strongly heated to produce 3·2 g. of oxygen ? What is the weight of potassium chloride formed ? [Ans. 8·166 g. ; 4·966 g.]

4. How many grams of dry sodium carbonate is obtained by heating 100 g. of dry sodium bicarbonate ?

($2NaHCO_3 = Na_2CO_3 + H_2O + CO_2$) [Ans. 63·09 g.]

5. What weights of (i) zinc and sulphuric acid (ii) zinc and hydrochloric acid (iii) iron and hydrochloric acid (iv) iron and sulphuric acid would be required to produce 4 g. of hydrogen in each case ?

[Ans. (i) 130·6 g. ; 196 g. (ii) 130·6 g. ; 146 g. (iii) 111·6 g. ; 146 g. (iv) 111·6 g. ; 196 g.]

6. 4·8 g. of magnesium ribbon are burnt in steam. Calculate the weights of hydrogen and magnesium oxide formed. Calculate also the weight of magnesium oxide formed when the same weight of magnesium is burnt in oxygen.

($Mg + H_2O = MgO + H_2$; $2Mg + O_2 = 2MgO$)

[Ans. 0·4 g. ; 8 g. ; 8 g.]

7. Air contains 23 per cent by weight of oxygen. (i) What weight of air will be required for complete combustion of 10 g. of carbon ? (ii) How many grams of sulphur would be required to burn out oxygen in 332 g. of air.

[Ans. (i) 115·94 g. ; (ii) 76·36 g.]

8. How much manganese dioxide is required to prepare 100 g. of chlorine from hydrochloric acid ?

($MnO_2 + 4HCl = MnCl_2 + 2H_2O + Cl_2$) [Ans. 122·53 g.]

9. What weight of ferrous sulphide would be obtained on heating 2·79 g. of iron with excess of sulphur ? [Ans. 4·39 g]

10. 16 g. of oxygen are to be prepared. How much of each of the following substances should be taken ?

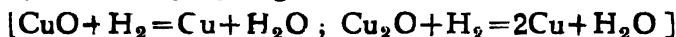
(i) Red lead, (ii) Potassium permanganate, (iii) Sodium nitrate, (iv) Lead nitrate. [Hints. সমীকরণের জন্য 46 নং প্রশ্নোত্তর দেখ। Ans. (i) 685 g, (ii) 158 g., (iii) 85 g., (iv) 331 g.]

11. Steam is passed over 16·74 g. of red-hot iron. Find the weight of ferroso-ferric oxide produced, and also the weight of steam that would be decomposed. $3Fe + 4H_2O = Fe_3O_4 + 4H_2$

[Ans. 23·14 g. ; 7·2 g.]

12. What weight of slaked lime would 196 kilogram of quick lime produce ? $CaO + H_2O = Ca(OH)_2$ [Ans. 259 Kg.]

13. What weights of copper and water are obtained when 1·286 g. of (i) black cupric oxide and (ii) red cuprous oxide are separately reduced by hydrogen.

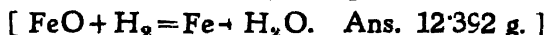
[$CuO + H_2 = Cu + H_2O$; $Cu_2O + H_2 = 2Cu + H_2O$]

[Ans. (i) 1·0272 g. Cu ; 0·291 g. H_2O (ii) 1·142 g, Cu ; 0·0 1 g. H_2O]

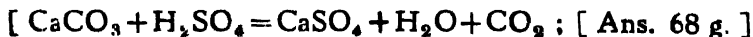
14. How much sulphuric acid would be required to neutralise the ammonia produced from 107 g. of ammonium chloride by the action of quick lime ? $2NH_4Cl + CaO = 2NH_3 + CaCl_2 + H_2O$; $2NH_3 + H_2SO_4 = (NH_4)_2SO_4$. [Ans. 98 g.]

15. Some litharge (lead monoxide) was reduced to metallic lead by pure hydrogen and 0·63 g. of water was produced. What weight of litharge was reduced ?

[$PbO + H_2 = Pb + H_2O$. Ans 7·805 g.]

16. By passing hydrogen over ferrous oxide 4·32 g of water were produced. What weight of pure iron was obtained ?

[$FeO + H_2 = Fe + H_2O$. Ans. 12·392 g.]

17. Find the weight of calcium sulphate formed by treating 50 g. of calcium carbonate with 50 g. of sulphuric acid.

[$CaCO_3 + H_2SO_4 = CaSO_4 + H_2O + CO_2$; [Ans. 68 g.]

18. What weight of zinc sulphide would be produced when 42 g. of zinc are heated with 20 g. of sulphur ? [Ans. 60·81 g.]

19. How much mercuric oxide must be strongly heated to yield twice as much oxygen as would be obtained from 12·25 g. of potassium chlorate ? [Ans. 129·6 g.]

20. 24·5 g. of potassium chlorate are heated to produce oxygen. Hydrogen is generated by the action of dilute sulphuric

acid on zinc What weight of zinc will be required to produce just sufficient hydrogen to completely combine with oxygen obtained from potassium chlorate? (Calcutta, Pre-University 1961) [Ans. 39·0 g]

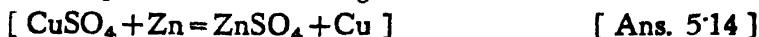
21. What weight of silver chloride would be obtained from 20 g. of sodium chloride and 85 g of silver nitrate?

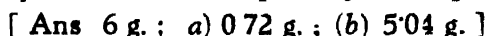
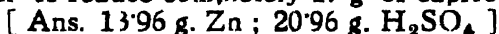
[$AgNO_3 + NaCl = AgCl + NaNO_3$. Ans. 49·06 g.]

22. 2·12 g. of copper are dispalced from a solution of copper sulphate by iron Find the weight of ferrous sulphate produced.

[$CuSO_4 + Fe = FeSO_4 + Cu$. Ans. 5·067 g.]

23. On adding zinc to a solution of copper sulphate, 5 g. of copper were deposited. What weight of zinc was dissolved?

[$CuSO_4 + Zn = ZnSO_4 + Cu$] [Ans. 5·14]

24. Calculate the quantity of pure $CaCO_3$ from which 2·64 g. of CO_2 may be prepared. What weight of pure (*a*) carbon, (*b*) magnesium carbonate will produce the same quantity of CO_2?

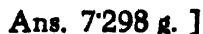
[Ans 6 g.; *a*) 0·72 g.; (*b*) 5·04 g.]

25. What weight of zinc and sulphuric acid would be required to produce enough hydrogen to reduce completely 17 g of cupric oxide to copper? [Ans. 13·96 g. Zn; 20·96 g. H_2SO_4]

26. What weight of chalk must be decomposed with HCl to yield sufficient carbon dioxide to convert 100 g. of sodium hydroxide to sodium carbonate?

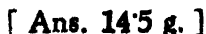
[$CaCO_3 + 2HCl = CaCl_2 + CO_2 + H_2O$,

$2NaOH + CO_2 = Na_2CO_3 + H_2O$ Ans. 125 g.]

27. 2·5 g. of MnO_2 are heated with excess of conc. HCl. The evolved chlorine is passed into potassium iodide solution. Calculate the weight of iodine liberated.

[$MnO_2 + 4HCl = MnCl_2 + 2H_2O + Cl_2$; $2KI + Cl_2 = 2KCl + I_2$

Ans. 7·298 g.]

28. Hydrogen obtained by dissolving 6·53 g of zinc in dilute sulphuric acid is made to react with chlorine generated by heating conc. HCl with pyrolusite. Find the amount of pyrolusite required if it contains 60% by weight of manganese dioxide.

[Ans. 14·5 g.]

29. What weight of common salt will 40 g. of pure sulphuric acid decompose at (a) moderate temperature (b) a higher temperature ?

[(a) $NaCl + H_2SO_4 = NaHSO_4 + HCl$ (b) $2NaCl + H_2SO_4 = Na_2SO_4 + 2HCl$. Ans. (a) 23·88 g. (b) 47·76 g.]

30. What weight of sulphuric acid would be required to convert the sodium chloride obtained from 2 litres of sea water completely into sodium sulphate ? Sea water contains 3·42 per cent by weight of common salt. Density of sea water is 1·04.

[Hints সমুদ্র-জলের ঘনত্ব = 1·04। সুতরাং 2 লিটার বা 2000 c. c. সমুদ্র-জলের ওজন = 2000 × 1·04 বা 2080 গ্রাম। 2080 গ্রাম সমুদ্র-জলে NaCl-এর পরিমাণ $= \frac{3 \cdot 42 \times 2080}{100}$ বা 71·136 গ্রাম। 71·136 গ্রাম NaCl-কে সম্পূর্ণরূপে Na_2SO_4-এ পরিণত করিতে হইবে। 29 (b) নং অঙ্ক দেখ। Ans. 59·58 g.]

31. What weight of iron and sulphuric acid would produce sufficient hydrogen to combine completely with oxygen obtained by heating (i) 7 g. of $KClO_3$, (ii) 5·4 g. of HgO ?

[Ans. (i) 9·56 g. Fe ; 16·79 g. H_2SO_4 (ii) 1·395 g. Fe ; 2·45 g. H_2SO_4.]

32. Hydrogen prepared by the action of 4 g. of iron on sulphuric acid is passed over 10 g of pure and ignited lead oxide (PbO). What is the weight of residue ? [Ans. 8·853 g.]

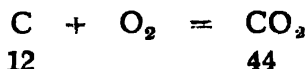
33. 1·5 g of a sample of coal containing 85% carbon, 5% hydrogen and 10% oxygen are completely burnt in a current of dry, carbon dioxide free air, and the products passed successively through two weighed U-tubes filled respectively with $CaCl_2$ and soda lime Calculate the alterations, if any, in the weights of the U-tubes. (Calcutta Pre-University, 1963).

[দহনের ফলে কার্বন ডাই-অক্সাইড ও জলীয় বাষ্প উৎপন্ন হয়। জলীয় বাষ্প $CaCl_2$ U-টিউবে এবং CO_2 সোডালাইম U-টিউবে শোষিত হয়। সুতরাং টিউব দুইটির ওজনের বৃদ্ধি হয়।]

100 গ্রাম কয়লায় কার্বন আছে 85 গ্রাম এবং হাইড্রোজেন আছে 5 গ্রাম

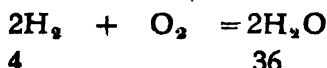
∴ 1·5 " " " " $\frac{85 \times 1.5}{100}$ বা 1·275 গ্রাম

এবং হাইড্রোজেন আছে $\frac{5 \times 1.5}{100}$ বা 0·075 গ্রাম।

$$\underset{12}{C} + O_2 = \underset{44}{CO_2}$$

12 গ্রাম কার্বন উৎপন্ন করে 44 গ্রাম CO_2

∴ 1·275 গ্রা. " " " $\frac{44 \times 1.275}{12}$ বা 4·675 গ্রাম CO_2।

∴ সোডালাইম টিউবের ওজন বৃদ্ধি = 4·675 গ্রাম।

$$\underset{4}{2H_2} + O_2 = \underset{36}{2H_2O}$$

4 গ্রাম হাইড্রোজেন উৎপন্ন করে 36 গ্রাম জলীয় বাষ্প

∴ 0·075 গ্রাম " " " $\frac{36 \times 0.075}{4}$ বা 0·675 গ্রাম।

∴ $CaCl_2$-টিউবের ওজন বৃদ্ধি = 0·675 গ্রাম।]

34. 15·25 g. of a mixture of $KClO_3$ and MnO_2 were heated and 4·8 g. of oxygen were liberated. What weight of MnO_2 was used as catalyst ? [Ans. 3 g.]

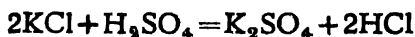
35. A commercial sample of potassium chlorate is mixed with potassium chloride. 50 g. of the sample, when fully decomposed gave 19·2 g. of oxygen. What is the percentage of chlorate in the mixture ? [Ans. 98%]

36. 1 g. of aluminium containing alumina as impurity gave on treatment with HCl 0·1 g. of hydrogen. Calculate the percentage of alumina in the sample. [Ans. 10%]

37. 0·15 g. of a sample of sodium chloride when treated with silver nitrate solution gave 03425 g of silver chloride. Calculate the percentage of purity of the sample of sodium chloride.

$NaCl + AgNO_3 = AgCl + NaNO_3$. [Ans. 93·[illegible]%]

38. 1·5 g. of a mixture of sodium and potassium chloride are converted into the sulphates by evaporation with sulphuric acid, the mixture of sulphates weighing 1·798 g. What is the composition of the mixture ?

[Hints. $2NaCl + H_2SO_4 = Na_2SO_4 + 2HCl$
$2 \times 58·5 \qquad 142$
$2KCl + H_2SO_4 = K_2SO_4 + 2HCl$
$2 \times 74·5 \qquad 174$

NaCl-এর ওজন x গ্রাম হইলে KCl-এর ওজন $= (1·5 - x)$ গ্রাম।

$2 \times 58·5$ গ্রাম NaCl হইতে Na_2SO_4 উৎপন্ন হয় 142 গ্রাম।

∴ x গ্রাম NaCl হইতে Na_2SO_4 উৎপন্ন হয় $\frac{142 \times x}{2 \times 58·5}$ গ্রাম।

এইরূপে, $(1·5 - x)$ গ্রাম KCl হইতে Na_2SO_4 উৎপন্ন হয়

$\frac{174 \times (1·5 - x)}{2 \times 74·5}$ গ্রাম।

সুতরাং $\frac{142 \times x}{2 \times 58·5} + \frac{174 \times (1·5 - x)}{2 \times 74·5} = 1·798$ বা $x = 1$

এখন উহাদের শতকরা মাত্রা বাহির কর।

Ans. NaCl = 66·6% ; KCl = 33·4%]

39. 2·5 g. of a mixture of copper and cupric oxide, on being reduced in a current of hydrogen, gave 2·098 g. copper. What was the percentage of copper in the mixture ? [Ans. Cu = 20%]

40. 20 c. c. of a sample of hydrochloric acid (Sp. gravity = 1·55) were added to 15 g. of marble. After the reaction was complete, the undissolved marble was filtered off, washed, dried and was found to weigh 5·5 g. Calculate the percentage weight of hydrochloric acid in the sample.

[$CaCO_3 + 2HCl = CaCl_2 + H_2O + CO_2$; 100 g. $CaCO_3$ ≡ 73 g. HCl। ব্যবহৃত $CaCO_3 = (15 - 5·5)$ বা 9·5 g.। 20 c. c. HCl দ্রবণের ওজন $= (20 \times 1·55)$ or 31 g. Ans. 22·35%]

CHAPTER VII

Hydrogen Peroxide ; Oxidation and Reduction

[হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড ; জারণ ও বিজারণ]

Q. 77. (a) How is hydrogen peroxide prepared in the laboratory ? [H. S. 1960 ; '62, '64, '66 '68 (Comp.), '69, '71 (Comp.)]

(b) State its important properties and uses.

[H. S. 1960 ; '68 (Comp.) '69]

[(a) ল্যাবরেটরীতে হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড কিরূপে প্রস্তুত করা হয় ? (b) ইহার ব্যবহার বিবৃত কর।]

Ans. (a) **প্রস্তুতি :** বেরিয়াম পার-অক্সাইড এবং শীতল ও লঘু সালফিউরিক অ্যাসিডের বিক্রিয়ায় ল্যাবরেটরীতে হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড প্রস্তুত করা হয়।

$$BaO_2 + H_2SO_4 = BaSO_4 + H_2O_2$$

একটি বীকারে বিচূর্ণ বেরিয়াম পার-অক্সাইডের সহিত সামান্য জল মিশাইয়া সোদক বেরিয়াম পার-অক্সাইড (BaO_2, $8H_2O$)-এর লেই (paste) প্রস্তুত করিয়া হিম-মিশ্রে শীতল করা হয়। আর একটি বীকারে লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড (1 : 5) লইয়া হিম-মিশ্রে শীতল করা হয়। অতঃপর বেরিয়াম পার-অক্সাইডের লেইটি অল্প অল্প করিয়া শীতল ও লঘু সালফিউরিক অ্যাসিডে মিশান হয় এবং সঙ্গে সঙ্গে কাচদণ্ডের সাহায্যে উত্তমরূপে নাড়িয়া দেওয়া হয়। বেরিয়াম পার-অক্সাইড এরূপ পরিমাণে মিশান হয় যাহাতে মিশ্রণটি শেষ পর্যন্ত সামান্য আম্লিক থাকে। মিশ্রণটিকে কিছুক্ষণ স্থিরভাবে বরফের মধ্যে বসাইয়া রাখা হয়। উৎপন্ন অদ্রবণীয় বেরিয়াম সালফেট নীচে জমা হয় এবং উহাকে ফিল্টার করিয়া উহা পৃথক করা হয়। পরিস্রুত হাইড্রোজেন পার-অক্সাইডের লঘু জলীয় দ্রবণ (10-20%)।

বিশুদ্ধিকরণ—হাইড্রোজেন পার-অক্সাইডের জলীয় দ্রবণ 60°-70°C তাপমাত্রায় ওয়াটার-বাথে বাষ্পীভূত করিলে দ্রবণে হাইড্রোজেন পার-অক্সাইডের পরিমাণ প্রায় 60% হয়। অতঃপর এই দ্রবণটিকে 85°C তাপমাত্রায় অল্পচাপে পাতনের সাহায্যে 99% হাইড্রোজেন পার-অক্সাইডে পরিণত করা হয়। ইহাকে অল্পচাপে শোষকাধারে

গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডের উপর রাখিলে অবশিষ্ট জল শোষিত হয় এবং বিশুদ্ধ হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড পাওয়া যায়।

(b) **ভৌত ধর্ম**—(i) বিশুদ্ধ হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড স্বচ্ছ ও সিরাপের ন্যায় ঘন তরল পদার্থ। (ii) ইহা নাইট্রিক অ্যাসিডের ন্যায় গন্ধযুক্ত এবং জলে যে কোন অনুপাতে দ্রবণীয়।

রাসায়নিক ধর্ম—(i) হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড একটি অস্থায়ী পদার্থ। সাধারণ তাপমাত্রায় ধীরে ধীরে এবং উচ্চ তাপমাত্রায় তাড়াতাড়ি ইহা জল ও অক্সিজেনে বিযোজিত হয়। $2H_2O_2 = 2H_2O + O_2$।

(ii) ইহা একটি শক্তিশালী জারক দ্রব্য। ইহা কালো লেড সালফাইডকে সাদা লেড সালফেটে জারিত করে এবং নিজে জলে বিজারিত হয়। $PbS + 4H_2O_2 = PbSO_4 + 4H_2O$। ইহা অ্যাসিড মিশ্রিত পটাসিয়াম আয়োডাইডকে জারিত করিয়া আয়োডিন নির্গত করে। $2KI + H_2SO_4 + H_2O_2 = K_2SO_4 + I_2 + 2H_2O$। অ্যাসিড মিশ্রিত ফেরাস সালফেটকে ফেরিক সালফেটে জারিত করে। $2FeSO_4 + H_2SO_4 + H_2O_2 = Fe_2(SO_4)_3 + 2H_2O$।

(iii) সিল্ক, উল, পালক ইত্যাদি পদার্থকে জারণের দ্বারা হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড বিরঞ্জিত (bleach) করে।

(iv) কতকগুলি বিক্রিয়ায় হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড আপাতদৃষ্টিতে বিজারণের কার্য করে। ইহা সিলভার অক্সাইডকে ধাতব সিলভারে, ওজোনকে (ozone) অক্সিজেনে পরিণত করে। কিন্তু হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড নিজেও বিজারিত হইয়া জলে পরিণত হয়। $Ag_2O + H_2O_2 = 2Ag + H_2O + O_2$; $H_2O_2 + O_3 = H_2O + 2O_2$।

(v) বিশুদ্ধ হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড মৃদু অ্যাসিডধর্মী—নীল লিটমাসকে লাল করে। ইহা বেরিয়াম হাইড্রক্সাইডের সহিত বেরিয়াম পার-অক্সাইড ও জল উৎপন্ন করে। $Ba(OH)_2 + H_2O_2 = BaO_2 + 2H_2O$.

সোডিয়াম কার্বনেট হইতে কার্বন ডাই-অক্সাইড নির্গত করে এবং সোডিয়াম পার-অক্সাইড উৎপন্ন হয়। $Na_2CO_3 + H_2O_2 = Na_2O_2 + H_2O + CO_2$।

এই দুইটি বিক্রিয়াকে ইহার per-oxidising ধর্ম বলে।

(vi) জলের অণুর ন্যায় ইহা কতকগুলি পদার্থের সহিত সংযুক্ত অবস্থায় থাকে। যথা, $(NH_4)_2SO_4, H_2O_2$; $CO(NH_2)_2, H_2O_2$ ।

ব্যবহার—(i) পুরাতন তৈলচিত্র পরিষ্কার করিবার জন্য, (ii) উল, সিল্ক, পালক প্রভৃতি বিরঞ্জনের জন্য, (iii) ক্লোরিন-বিরঞ্জিত পদার্থ হইতে অতিরিক্ত ক্লোরিন অপসারণের জন্য (iv) জীবাণুনাশক ঔষধরূপে এবং (v) ফেন্‌টোন রি-এজেন্ট $(FeSO_4, H_2O_2)$ রূপে হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড ব্যবহৃত হয়।

Q. 78. Discuss: Hydrogen per oxide behaves both as an oxidising agent and a reducing agent.

[হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড জারক দ্রব্য এবং বিজারক দ্রব্যরূপে কার্য করে—ইহা আলোচনা কর।]

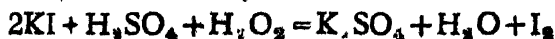
Or,

Show by means of two examples in each case how hydrogen peroxide can function as (a) an oxidising agent. [H. S. 1962, '66, '69 (Comp.] **(b) an apparent reducing agent.** [H. S. 1966, '71 (Comp)]

[হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড কিরূপে জারক দ্রব্যরূপে এবং আপাত-বিজারক দ্রব্যরূপে কার্য করে তাহা প্রতিক্ষেত্রে দুইটি উদাহরণ দ্বারা দেখাও।]

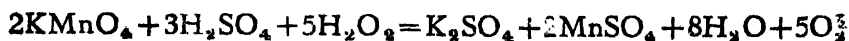
Ans. হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড একটি শক্তিশালী জারক দ্রব্য। ইহার প্রতিটি অণু হইতে একটি অক্সিজেন পরমাণু সর্বদা জারণ কার্যে অংশ গ্রহণ করে এবং নিজে জলে পরিণত হয়। $H_2O_2 \rightarrow H_2O + O$ ।

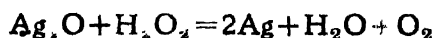
জারণ কার্য—(i) একটি টেস্ট-টিউবে কিছু অ্যাসিড মিশ্রিত পটাসিয়াম আয়োডাইড দ্রবণ লইয়া অল্প পরিমাণ স্টার্চ দ্রবণ মিশান হয়। ইহাতে হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড মিশাইলে পটাসিয়াম আয়োডাইড হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড দ্বারা জারিত হইয়া আয়োডিন নির্গত হয়। নির্গত আয়োডিন স্টার্চ দ্রবণকে নীলবর্ণ করে। পটাসিয়াম আয়োডাইড হইতে পরা-বিদ্যুৎবাহী পটাসিয়াম অপসারিত হয়।

$$2KI + H_2SO_4 + H_2O_2 = K_2SO_4 + H_2O + I_2$$

(ii) 83 নং প্রশ্নোত্তরের 3 নং উদাহরণ দেখ।

আপাত বিজারণ কার্য—(i) অ্যাসিড মিশ্রিত পটাসিয়াম পারম্যাংগানেট দ্রবণে হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড যোগ করা হইল। পটাসিয়াম পারম্যাংগানেট বিজারিত

হইয়া বর্ণহীন ম্যাংগানাস সালফেটে পরিণত হয়। কিন্তু বিজারক দ্রব্যের ধর্মানুযায়ী হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড জারিত না হইয়া বিজারিত হয়। সুতরাং ইহা প্রকৃত বিজারণ কার্য নহে, ইহা আপাত-বিজারণ কার্য।

$$2KMnO_4+3H_2SO_4+5H_2O_2=K_2SO_4+2MnSO_4+8H_2O+5O_2$$

(ii) সিলভার অক্সাইডের সহিত হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড মিশ্রিত করিলে উহা হইতে অক্সিজেন অপসারিত হইয়া ধাতব সিলভার উৎপন্ন হয়। সুতরাং ইহা হাইড্রোজেন পার-অক্সাইডের বিজারণ কার্য। কিন্তু হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড নিজে জলে বিজারিত হয়। সুতরাং ইহাও একটি আপাত-বিজারণ কার্য।

$$Ag_2O+H_2O_2=2Ag+H_2O+O_2$$

Q. 79. (a) What happens when a dilute aqueous solution of hydrogen peroxide is evaporated on water bath ?

[হাইড্রোজেন পার-অক্সাইডের লঘু জলীয় দ্রবণকে ওয়াটার বাথ্-এ বাষ্পীভূত করিলে কি হয় ?] [H. S. 1960 ; '68 (Comp.)]

(b) How would you prove that hydrogen peroxide decomposes into oxygen ? [H. S. 1962]

[কিরূপে প্রমাণ করিবে যে হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড বিযোজিত হইয়া অক্সিজেন উৎপন্ন হয় ?]

(c) How is the concentration of hydrogen peroxide solution expressed ?

[হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড দ্রবণের শক্তি বা গাঢ়তা কিরূপে প্রকাশ করা হয় ?]

(d) What are the tests of hydrogen peroxide ?

[হাইড্রোজেন পার-অক্সাইডের অস্তিত্বের প্রমাণ কি ?]

(e) Two liquids A and B are known to be hydrogen peroxide and water. How would you find out which is which ?

[A ও B দুইটি তরল পদার্থ হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড ও জল হইতে পারে। কোন্টি কি তাহা কিরূপে ঠিক করিবে ?]

Or,

Give particulars with equations, of four experiments you would perform to distinguish between dilute solution of hydrogen peroxide and water. [H. S. 1964]

[হাইড্রোজেন পার-অক্সাইডের লঘু জলীয় দ্রবণ ও জলের মধ্যে পার্থক্য করিবার জন্য সমীকরণ সহ চারিটি পরীক্ষা বর্ণনা কর।]

Ans. (a) হাইড্রোজেন পার-অক্সাইডের লঘু জলীয় দ্রবণকে ওয়াটার বাথ্-এ বাষ্পীভূত করিলে প্রথমে অপেক্ষাকৃত উদ্বায়ী জল বাষ্পীভূত হইয়া দ্রবণটি গাঢ় হয়। তাপমাত্রা বৃদ্ধি করিলে (70°C-এর উপরে) হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড বিযোজিত হইয়া জল ও অক্সিজেনে পরিণত হয়। $2H_2O_2=2H_2O+O_2$.

(b) একটি টেস্ট-টিউবে হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড লইয়া উহাতে সামান্য ম্যাঙ্গানিজ ডাই-অক্সাইড মিশান হইল। বুদ্‌বুদ্‌ আকারে একটি গ্যাস নির্গত হয়। শিখাহীন জলন্ত কাঠি গ্যাসে ধরিলে দপ্ করিয়া জলিয়া উঠে। সুতরাং নির্গত গ্যাস অক্সিজেন। $2H_2O_2=2H_2O+O_2$.

(c) হাইড্রোজেন পার-অক্সাইডের দ্রবণ উত্তপ্ত করিলে যে আয়তনের অক্সিজেন নির্গত হয় সেই হিসাবে দ্রবণের গাঢ়তা প্রকাশ করা হয়। 760 মিলিমিটার বায়ু-চাপে ও 0°C তাপমাত্রায় হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড দ্রবণ উত্তপ্ত করিলে যদি নিজ আয়তনের x গুণ অক্সিজেন নির্গত হয়, তবে ঐ দ্রবণের গাঢ়তা 'x volume'। 10 volume হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড—ইহার অর্থ, প্রমাণ চাপ ও তাপমাত্রায় 1 c.c. দ্রবণ উত্তপ্ত করিলে 10 c.c অক্সিজেন নির্গত হয়।

(d) নিম্নলিখিত পরীক্ষাগুলির সাহায্যে হাইড্রোজেন পার-অক্সাইডের অস্তিত্ব প্রমাণ করা যায়।

(i) সালফিউরিক অ্যাসিড মিশ্রিত পটাসিয়াম ডাই-ক্রোমেট দ্রবণে হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড যোগ করিয়া ইথার মিশ্রিত করিলে ইথারের বর্ণ গাঢ় নীল হয়। (ii) ইহা সালফিউরিক অ্যাসিড মিশ্রিত পটাসিয়াম পারম্যাংগানেট দ্রবণ বর্ণহীন করে। (iii) ফেরাস সালফেটের উপস্থিতিতে হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড পটাসিয়াম আয়োডাইড হইতে আয়োডিন নির্গত করে। নির্গত আয়োডিন স্টার্চ দ্রবণকে

(e) জলের জন্য : Q. 62(a) ; হাইড্রোজেন পার-অক্সাইডের জন্য : এই প্রশ্নোত্তরের (d) অংশ।

Q. 80. Describe briefly the different methods of preparing hydrogen peroxide.

[হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড প্রস্তুতির বিভিন্ন প্রণালী সংক্ষেপে বর্ণনা কর।]

Ans. বেরিয়াম পার-অক্সাইডের বা সোডিয়াম পার অক্সাইডের উপর শীতল লঘু সালফিউরিক অ্যাসিডের বিক্রিয়ায় হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড উৎপন্ন হয়।

(1) **বেরিয়াম পার-অক্সাইড ও সালফিউরিক অ্যাসিড হইতে**—বিবরণের জন্য 77(a) নং প্রশ্নোত্তর দেখ।

(2) **বেরিয়াম পার-অক্সাইড ও কার্বন ডাই-অক্সাইড হইতে**—চূর্ণ বেরিয়াম পার-অক্সাইড একটি পাত্রে জলের মধ্যে প্রলম্বিত অবস্থায় রাখিয়া পাত্রটিকে হিম-মিশ্রে শীতল করা হয়। এই শীতল মিশ্রণের মধ্যে বিশুদ্ধ কার্বন ডাই-অক্সাইড দ্রুতগতিতে প্রবাহিত করা হয়। বেরিয়াম পার-অক্সাইড, কার্বন ডাই-অক্সাইড ও জলের রাসায়নিক বিক্রিয়ায় অদ্রবণীয় বেরিয়াম কার্বনেট এবং হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড উৎপন্ন হয়। $BaO_2+CO_2+H_2O=BaCO_3+H_2O_2$। ফিলটার করিয়া অদ্রবণীয় বেরিয়াম কার্বনেট পৃথক করিলে পরিস্রুতে হাইড্রোজেন পার-অক্সাইডের জলীয় দ্রবণ থাকে।

(3) **সোডিয়াম পার-অক্সাইড ও সালফিউরিক অ্যাসিড হইতে**—20% সালফিউরিক অ্যাসিডের শীতল দ্রবণে হিসাবমত সোডিয়াম পার-অক্সাইড যোগ করিয়া নাড়িয়া দেওয়া হয়। রাসায়নিক বিক্রিয়ায় হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড ও সোডিয়াম সালফেট উৎপন্ন হয়। $Na_2O_2+H_2SO_4=H_2O_2+Na_2SO_4$। শীতল অবস্থায় কিছুক্ষণ রাখিয়া দিলে সোডিয়াম সালফেট Glauber's salt (Na_2SO_4, $10H_2O$)-রূপে পৃথক হইয়া নীচে জমা হয়। ফিলটার করিয়া উহা পৃথক করা হয়। পরিস্রুতকে অনুপ্রেষ পাতন করিলে 30% H_2O_2 পাওয়া যায়। ইহাকে 'Merck's perhydrol' বলে।

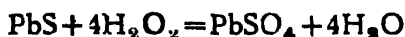
(4) **সালফিউরিক অ্যাসিডের তড়িৎ-বিশ্লেষণ দ্বারা**—(**আধুনিক শিল্প-পদ্ধতি**) :—প্লাটিনাম অ্যানোড ও কপারের ক্যাথোড ব্যবহার করিয়া বরফে শীতল

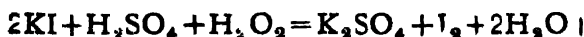
করা 50% সালফিউরিক অ্যাসিড দ্রবণে তড়িৎ চালনা করিলে অ্যানোড প্রান্তে পার-সালফিউরিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়। ইহাকে অনুপ্রেষ পাতন করিলে আর্দ্র-বিশ্লিষ্ট হইয়া হাইড্রোজেন পার-অক্সাইডে পরিণত হয়। 30% হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড প্রান্তকে সঞ্চিত হয়। $2H_2SO_4 = H_2S_2O_8 + H_2$, $H_2S_2O_8 + 2H_2O = 2H_2SO_4 + H_2O_2$।

Q. 81. Describe, with equation, what happens when hydrogen peroxide is allowed to react with —

(i) lead sulphide, 1969) (ii) acidified potassium iodide, (1969, '72) (iii) potassium permanganate solution acidified with H_2SO_4, (iv) silver oxide, (v) hydrogen sulphide, (vi) sulphurous acid (or SO_2 in water) (vii) ferrous sulphate solution acidified with H_2SO_4, (viii) acidified potassium ferrocyanide solution, (ix) alkaline potassium ferricyanide solution, (x) solution of bleaching powder.

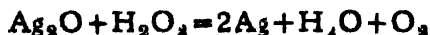
Ans (i) হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড কালো লেড সালফাইডকে সাদা লেড সালফেটে জারিত করে এবং নিজে বিজারিত হইয়া জলে পরিণত হয়।

$$PbS + 4H_2O_2 = PbSO_4 + 4H_2O$$

(ii) হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড অ্যাসিড মিশ্রিত পটাসিয়াম আয়োডাইডকে জারিত করিয়া উহা হইতে আয়োডিন নির্গত করে এবং নিজে জলে বিজারিত হয়।

$$2KI + H_2SO_4 + H_2O_2 = K_2SO_4 + I_2 + 2H_2O$$ ।

(iii) পারম্যাঙ্গানেট বিজারিত হইয়া ম্যাংগানাস লবণে পরিণত হয় এবং গোলাপী দ্রবণ বর্ণহীন হয়। এইসঙ্গে হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড বিজারিত হইয়া জলে পরিণত হয় এবং অক্সিজেন নিৰ্গত হয়।

$$2KMnO_4 + 3H_2SO_4 + 5H_2O_2 = K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 8H_2O + 5O_2$$

(iv) সিলভার অক্সাইড ধাতব সিলভারে বিজারিত হয় এবং হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড জলে বিজারিত হয় এবং অক্সিজেন নির্গত হয়।

$$Ag_2O + H_2O_2 = 2Ag + H_2O + O_2$$

(v) হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড হাইড্রোজেন সালফাইডকে জারিত করিয়া সালফারে পরিণত করে এবং সালফার পৃথক হইয়া যায়, এবং জল উৎপন্ন হয়।

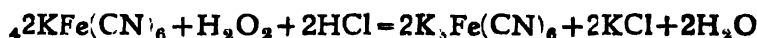
$$H_2S + H_2O_2 = 2H_2O + S$$

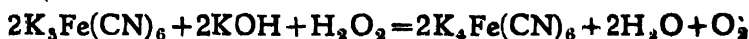
(vi) সালফিউরিক অ্যাসিড (বা সালফার ডাই-অক্সাইডের জলীয় দ্রবণ) সালফিউরিক অ্যাসিডে জারিত হয় এবং হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড বিজারিত হইয়া জল উৎপন্ন করে। $H_2SO_3+H_2O_2=H_2SO_4+H_2O$

(vii) ফেরাস সালফেট জারিত হইয়া ফেরিক সালফেটে পরিণত হয় এবং হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড বিজারিত হইয়া জলে পরিণত হয়।

$$2FeSO_4+H_2SO_4+H_2O_2=Fe_2(SO_4)_3+2H_2O$$

(viii) অ্যাসিড মিশ্রিত পটাসিয়াম ফেরোসায়ানাইড হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড দ্বারা জারিত হইয়া পটাসিয়াম ফেরিসায়ানাইডে পরিণত হয় এবং হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড জলে বিজারিত হয়।

$$2K_4Fe(CN)_6+H_2O_2+2HCl=2K_3Fe(CN)_6+2KCl+2H_2O$$

(ix) ক্ষারীয় পটাসিয়াম ফেরিসায়ানাইড হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড দ্বারা বিজারিত হইয়া পটাসিয়াম ফেরোসায়ানাইডে পরিণত হয়। জল ও অক্সিজেন উৎপন্ন হয়।

$$2K_3Fe(CN)_6+2KOH+H_2O_2=2K_4Fe(CN)_6+2H_2O+O_2$$

(x) ব্লিচিং পাউডারের দ্রবণ হইতে হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড অক্সিজেন নির্গত করে। ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড ও জল উৎপন্ন হয়।

$$Ca(OCl)Cl+H_2O_2=CaCl_2+H_2O+O_2$$

Q. 82. Explain with examples—Oxidation, reduction.
[H. S. 1960 ; '63, '65 (Comp.) ; 70 ; '70 (Comp.)]

[উদাহরণসহ ব্যাখ্যা কর : জারণ, বিজারণ]

Ans. জারণ (oxidation)—যে রাসায়নিক বিক্রিয়ায় (i) কোন মৌলিক বা যৌগিক পদার্থে অক্সিজেন বা অন্য কোন অপরাবিদ্যুৎবাহী (electro-negative) মৌলিক পদার্থ বা মূলক (radical) যুক্ত হয় বা উহাদের অনুপাত বৃদ্ধি পায় কিংবা (ii) কোন যৌগিক পদার্থ হইতে হাইড্রোজেন বা অন্য কোন পরাবিদ্যুৎবাহী (electro-positive) মৌলিক পদার্থ বা মূলক অপসারিত হয় বা উহাদের অনুপাত হ্রাস পায় সেই বিক্রিয়াকে জারণ বলে। জারণে মৌলিক পদার্থের পরা-যোজ্যতা (positive valency) বৃদ্ধি পায় কিংবা অপরা-যোজ্যতা (negative valency) হ্রাস পায়।

উদাহরণ—(1) ম্যাগনেসিয়াম ধাতুকে অক্সিজেনে উত্তপ্ত করিলে সাদা ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড উৎপন্ন হয়। $2Mg+O_2=2MgO$। এই পরিবর্তনে ম্যাগনেসিয়ামের সহিত অপরাবিদ্যুৎবাহী অক্সিজেন যুক্ত হইয়াছে বলিয়া ইহা একটি জারণ ক্রিয়া। ম্যাগনেসিয়ামের পরা-যোজ্যতা শূন্য হইতে +2তে বৃদ্ধি পাইয়াছে (কারণ মুক্ত অবস্থায় মৌলের যৌজ্যতা শূন্য ধরা হয়)। ম্যাগনেসিয়াম অক্সিজেন দ্বারা ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইডে জারিত হইয়াছে। অক্সিজেন জারক দ্রব্য।

(2) ফেরাস ক্লোরাইড দ্রবণ ক্লোরিন দ্বারা সংস্পৃক্ত করিলে ফেরিক ক্লোরাইডে পরিণত হয়। $2FeCl_2+Cl_2=2FeCl_3$। এই পরিবর্তনে অপরা বিদ্যুৎবাহী অংশ (এখানে Cl) বৃদ্ধি পাইয়াছে বলিয়া বিক্রিয়াটি জারণ শ্রেণীর অন্তর্ভুক্ত। আয়রনের পরা-যোজ্যতা+2 হইতে+3তে বৃদ্ধি পাইয়াছে। ফেরাস ক্লোরাইড ক্লোরিন দ্বারা ফেরিক ক্লোরাইডে জারিত হইয়াছে। ক্লোরিন এখানে জারক দ্রব্য।

(3) হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডকে ম্যাংগানিজ ডাই-অক্সাইডের সহিত উত্তপ্ত করিলে ক্লোরিন উৎপন্ন হয়। $MnO_2+4HCl=MnCl_2+2H_2O+Cl_2$। HCl-হইতে হাইড্রোজেন অপসারিত হইয়া ক্লোরিন উৎপন্ন হইয়াছে। MnO_2 দ্বারা HCl ক্লোরিনে জারিত হইয়াছে। MnO_2 জারক দ্রব্য।

(4) হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড পটাসিয়াম আয়োডাইড হইতে পরাবিদ্যুৎবাহী পটাসিয়াম অপসারিত করিয়া আয়োডিন মুক্ত করে। $2KI+H_2O_2=2KOH+I_2$ সুতরাং ইহা একটি জারণ ক্রিয়া। পটাসিয়াম আয়োডাইড আয়োডিনে জারিত হইয়াছে। H_2O_2 এখানে জারক দ্রব্য।

বিজারণ (reduction)—যে রাসায়নিক বিক্রিয়ায় (i) কোন মৌলিক বা যৌগিক পদার্থে হাইড্রোজেন বা অন্য কোন পরাবিদ্যুৎবাহী মৌলিক পদার্থ বা মূলক যুক্ত হয় বা উহাদের অনুপাত বৃদ্ধি পায় কিংবা (ii) কোন যৌগিক পদার্থ হইতে অক্সিজেন বা অন্য কোন অপরাবিদ্যুৎবাহী মৌলিক পদার্থ বা মূলক অপসারিত হয় বা উহাদের অনুপাত হ্রাস পায়, সেই বিক্রিয়াকে বিজারণ বলে। বিজারণে মৌলিক পদার্থের পরা-যোজ্যতা হ্রাস পায় কিংবা অপরা-যোজ্যতা বৃদ্ধি পায়।

উদাহরণ—(1) ক্লোরিন-জলে হাইড্রোজেন সালফাইড গ্যাস পরিচালিত করিলে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয় এবং সালফার অধঃক্ষিপ্ত হয়।

$Cl_2+H_2S=2HCl+S$। এই পরিবর্তনে ক্লোরিনের সহিত পরাবিদ্যুৎবাহী হাইড্রোজেন যুক্ত হইয়াছে বলিয়া ইহা একটি বিজারণ ক্রিয়া। ক্লোরিন H_2S দ্বারা HCl এ বিজারিত হইয়াছে। H_2S এখানে বিজারক দ্রব্য।

(2) কিউপ্রিক ক্লোরাইড দ্রবণ জায়মান হাইড্রোজেন দ্বারা কিউপ্রাস ক্লোরাইডে পরিণত হয়। $2CuCl_2+2[H]=Cu_2Cl_2+2HCl$। এই পরিবর্তনে পরা-বিদ্যুৎবাহী অংশের অনুপাত (এখানে কপার) বৃদ্ধি পায় বলিয়া ইহা বিজারণ ক্রিয়া। কপারের যোজ্যতা+2 হইতে+1-এ হ্রাস পাইয়াছে। জায়মান হাইড্রোজেন এখানে বিজারক দ্রব্য।

(3) উত্তপ্ত কপার অক্সাইডের উপর কার্বন মনোক্সাইড গ্যাস প্রবাহিত করিলে ধাতব কপার ও কার্বন ডাই-অক্সাইড উৎপন্ন হয়। $CuO+CO=Cu+CO_2$। এখানে CuO হইতে অক্সিজেন অপসারিত হইয়া কপার উৎপন্ন হয়। সুতরাং ইহা বিজারণ। কপার অক্সাইড CO দ্বারা ধাতব কপারে বিজারিত হয়। CO এখানে বিজারক দ্রব্য।

(4) ফেরিক ক্লোরাইড ও ফেরিক সালফেট জায়মান হাইড্রোজেন দ্বারা যথাক্রমে ফেরাস ক্লোরাইড ও ফেরাস সালফেটে পরিণত হয়।

$2FeCl_3+[H]=2FeCl_2+HCl$; $Fe_2(SO_4)_3+[2H]=2FeSO_4+H_2SO_4$। ফেরিক ক্লোরাইড হইতে অপরাবিদ্যুৎবাহী মৌলিক পদার্থ (ক্লোরিন) ও ফেরিক সালফেট হইতে অপরাবিদ্যুৎবাহী মূলক (সালফেট)-এর অনুপাত হ্রাস পাইয়াছে। উভয় ক্ষেত্রেই আয়রনের যোজ্যতা+3 হইতে+2তে হ্রাস হইয়াছে। সুতরাং, এই দুইটি বিজারণ ক্রিয়া। জায়মান হাইড্রোজেন এখানে বিজারক দ্রব্য।

Q. 83. Explain the statement—"The processes of oxidation and reduction take place simultaneously."

["জারণ ও বিজারণ কার্য একই সঙ্গে সম্পন্ন হয়"—এই কথাটির তাৎপর্য বুঝাইয়া দাও।]

Or,

Explain—"Oxidation never takes place without reduction and vice versa."

["বিজারণ কার্য ব্যতীত জারণ কার্য সম্পন্ন হয় না এবং জারণ কার্য ব্যতীতও বিজারণ কার্য সম্পন্ন হয় না।"—ইহার ব্যাখ্যা কর।]

Ans. (1) উত্তপ্ত কিউপ্রিক অক্সাইডের উপর দিয়া হাইড্রোজেন গ্যাস প্রবাহিত করিলে ধাতব কপার ও জল উৎপন্ন হয়। $CuO+H_2=Cu+H_2O$। এখানে কপার অক্সাইড হইতে অপরাবিদ্যুৎবাহী অক্সিজেন অপসারিত হইয়া ধাতব কপার উৎপন্ন হইয়াছে ; সুতরাং ইহা বিজারণ কার্য। আবার, হাইড্রোজেনের সহিত অক্সিজেন যুক্ত হইয়া জল উৎপন্ন হইয়াছে ; সুতরাং ইহা জারণ কার্য। হাইড্রোজেন কিউপ্রিক অক্সাইড হইতে অক্সিজেন অপসারণ দ্বারা উহাকে কপারে বিজারিত করে এবং নিজে অক্সিজেনের সহিত যুক্ত হইয়া জল (H_2O)-তে জারিত হয়।

(2) গরম হলুদ বর্ণের ফেরিক ক্লোরাইড দ্রবণে স্ট্যানাস ক্লোরাইড দ্রবণ মিশান হইল। দ্রবণ প্রায় বর্ণহীন হয় এবং ফেরাস ক্লোরাইড ও স্ট্যানিক ক্লোরাইড উৎপন্ন হয়। $2FeCl_3+SnCl_2=2FeCl_2+SnCl_4$। এখানে ফেরিক ক্লোরাইড ফেরাস ক্লোরাইডে পরিণত হয়। এই পরিবর্তনে অপরাবিদ্যুৎবাহী ক্লোরিনের অনুপাত হ্রাস পায় বলিয়া ইহা বিজারণ কার্য। আবার, অপরাবিদ্যুৎবাহী ক্লোরিনের অনুপাত বৃদ্ধি পাইয়া স্ট্যানাস ক্লোরাইড স্ট্যানিক ক্লোরাইডে পরিণত হয়। সুতরাং, ইহা জারণ কার্য। স্ট্যানাস ক্লোরাইড ফেরিক ক্লোরাইডকে ফেরাস ক্লোরাইডে বিজারিত করিয়া নিজে স্ট্যানিক ক্লোরাইডে জারিত হইয়াছে। অথবা, ফেরিক ক্লোরাইড স্ট্যানাস ক্লোরাইডকে স্ট্যানিক ক্লোরাইডে জারিত করিয়া নিজে ফেরাস ক্লোরাইডে বিজারিত হইয়াছে।

(3) লেড অ্যাসিটেটে সিক্ত ফিল্টার কাগজ হাইড্রোজেন সালফাইড গ্যাসে ধরিলে লেড সালফাইড উৎপন্ন হইবার জন্য উহা কালো হয়। এই কালো ফিল্টার কাগজ হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড দ্রবণে ডুবাইলে কালো লেড সালফাইড সাদা লেড সালফেটে জারিত হয়। $PbS+4H_2O_2=PbSO_4+4H_2O$। এখানে PbS-এর সহিত অক্সিজেন যুক্ত হইয়া $PbSO_4$ উৎপন্ন হয় বলিয়া ইহা জারণ। H_2O_2 হইতে আংশিক ভাবে অক্সিজেন অপসারিত হইয়া H_2O উৎপন্ন হয় ; সুতরাং ইহা বিজারণ।

অতএব, দেখা যায় যে জারণ ও বিজারণ কার্য একই সঙ্গে সম্পন্ন হয়। জারক দ্রব্য নিজে বিজারিত হয় এবং বিজারক দ্রব্য নিজে জারিত হয়।

Q. 84. (a) Define and illustrate :

Oxidising agent ; reducing agent.

[উদাহরণ সহ সংজ্ঞা লিখ—জারক দ্রব্য, বিজারক দ্রব্য।]

(b) What are the tests for oxidising and reducing agents ?

[জারক ও বিজারক দ্রব্যের সনাক্তকরণ কিরূপে করিবে ?]

Ans. (a) **জারক দ্রব্য** (oxidising agent)—যে দ্রব্য (i) কোন মৌলিক বা যৌগিক পদার্থে অক্সিজেন বা অন্য কোন অপরাবিদ্যুৎবাহী মৌলিক পদার্থ বা মূলক যুক্ত করে বা উহাদের অনুপাত বৃদ্ধি করে কিংবা (ii) কোন যৌগিক পদার্থ হইতে হাইড্রোজেন বা অন্য কোন পরাবিদ্যুৎবাহী মৌলিক পদার্থ বা মূলক অপসারিত করে বা উহাদের অনুপাত হ্রাস করে তাহাকে জারক দ্রব্য বলে। জারণে জারক দ্রব্য নিজে বিজারিত হয়।

উদাহরণ—[82 নং প্রশ্নোত্তরের 'জারণ' অংশের উদাহরণ দেখ।]

বিজারক দ্রব্য (reducing agent)—যে দ্রব্য (i) কোন মৌলিক বা যৌগিক পদার্থে হাইড্রোজেন বা অন্য কোন পরাবিদ্যুৎবাহী মৌলিক পদার্থ বা মূলক যুক্ত করে বা উহাদের অনুপাত বৃদ্ধি করে কিংবা (ii) কোন যৌগিক পদার্থ হইতে অক্সিজেন বা অন্য কোন অপরাবিদ্যুৎবাহী মৌলিক পদার্থ বা মূলক অপসারিত করে বা উহাদের অনুপাত হ্রাস করে তাহাকে বিজারক দ্রব্য বলে।

উদাহরণ—[82 নং প্রশ্নোত্তরের 'বিজারণ' অংশের উদাহরণ দেখ।]

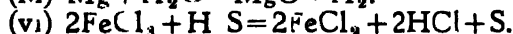
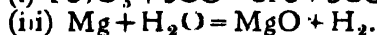
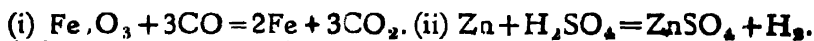
(b) জারক দ্রব্যের সনাক্তকরণ—(i) লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড মিশ্রিত পটাসিয়াম আয়োডাইড দ্রবণে জারক দ্রব্য মিশাইলে আয়োডিন নির্গত হয়। স্টার্চ-দ্রবণের সহিত নির্গত আয়োডিন গাঢ় নীলবর্ণ উৎপাদন করে—ইহা দ্বারা আয়োডিন সনাক্ত করা হয়। (ii) জারক দ্রব্যের দ্রবণ হাইড্রোজেন সালফাইড গ্যাস পরিচালিত করিলে সালফার অধঃক্ষিপ্ত হয়। (iii) অ্যাসিড মিশ্রিত ফেরাস সালফেট দ্রবণে জারক দ্রব্য যোগ করিলে এবং প্রয়োজন হইলে উত্তপ্ত করিলে উহা ফেরিক লবণে পরিণত হয়। পটাসিয়াম থায়োসায়ানেট দ্রবণ মিশাইয়া দ্রবণের বর্ণ গাঢ় লাল হইলে ফেরিক

লবণ উৎপন্ন হইয়াছে অর্থাৎ জারণ হইয়াছে জানা যায়। (iv) হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড হইতে জারক দ্রব্য সবুজাভ হলুদ বর্ণের ক্লোরিন গ্যাস নির্গত করে।

বিজারক দ্রব্যের সনাক্তকরণ—(i) বিজারক দ্রব্য অ্যাসিড মিশ্রিত পটাসিয়াম পারম্যাংগানেট দ্রবণকে বর্ণহীন এবং (ii) অ্যাসিড মিশ্রিত পটাসিয়াম ডাইক্রোমেট দ্রবণকে সবুজ করিয়া দেয়। (iii) অ্যাসিড মিশ্রিত ফেরিক লবণের দ্রবণে বিজারক দ্রব্য মিশাইলে (প্রয়োজন হইলে উত্তপ্ত করিতে হইবে) ফেরাস লবণ পরিণত হয়। উহাতে পটাসিয়াম ফেরিসায়ানাইড দ্রবণ মিশাইলে দ্রবণের বর্ণ গাঢ় নীল হইলে বা নীলবর্ণের অধঃক্ষেপ হইলে ফেরাস লবণের অস্তিত্ব প্রমাণিত হয়। ইহা হইতে বুঝা যায় যে বিজারণ হইয়াছে।

Q. 85 (a) Below are given equations for some chemical reactions Indicate in each case, which is the oxidising agent and which is the reducing agent. Give reasons for your answer.

[(a) নীচে কয়েকটি রাসায়নিক ক্রিয়ার সমীকরণ দেওয়া হইল। কোন্‌টি জারক দ্রব্য এবং কোন্‌টি বিজারক দ্রব্য তাহা যুক্তিসহ নির্দেশ কর।]

(i) $Fe_2O_3+3CO=2Fe+3CO_2$. (ii) $Zn+H_2SO_4=ZnSO_4+H_2$.
(iii) $Mg+H_2O=MgO+H_2$.
(vi) $2FeCl_3+H_2S=2FeCl_2+2HCl+S$.

(b) Is it necessary that an oxidising agent should always contain oxygen ? Give reasons for your answer.

[(b) জারক দ্রব্যে অক্সিজেন থাকা কি সর্বদা প্রয়োজন ? যুক্তি সহ বল।]

Ans. (a) (i) কার্বন মনোক্সাইড ফেরিক অক্সাইড হইতে অক্সিজেন অপসারিত করিয়া উহাকে ধাতব আয়রনে বিজারিত করিয়াছে। সুতরাং কার্বন মনোক্সাইড বিজারক দ্রব্য। Fe_2O_3 হইতে অক্সিজেন আসিয়া CO-এর সঙ্গে যুক্ত হইয়াছে। সুতরাং F_2O_3 এখানে জারক দ্রব্য।

(ii) জিংক H_2SO_4 হইতে অপরাবিদ্যুৎবাহী SO_4 মূলক অপসারিত করিয়া উহাকে হাইড্রোজেনে বিজারিত করিয়াছে। সুতরাং Zn বিজারক পদার্থ। H_2SO_4 জিংকের সহিত SO_4 মূলক যুক্ত করিয়া উহাকে জিংক সালফেটে জারিত করিয়াছে। সুতরাং সালফিউরিক অ্যাসিড জারক দ্রব্য।

(iii) ম্যাগনেসিয়াম H_2O হইতে অক্সিজেন অপসারিত করিয়া উহাকে

হাইড্রোজেনে বিজারিত করিয়াছে। সুতরাং, ম্যাগনেসিয়াম বিজারক দ্রব্য। H_2O ম্যাগনেসিয়ামের সহিত অক্সিজেন যুক্ত করিয়া উহাকে MgO-তে জারিত করিয়াছে। সুতরাং ইহা জারক দ্রব্য।

(iv) ফেরিক ক্লোরাইড H_2S হইতে হাইড্রোজেন বিচ্যুত করিয়া উহাকে সালফারে জারিত করিয়াছে। সুতরাং ফেরিক ক্লোরাইড জারক দ্রব্য। হাইড্রোজেন সালফাইড ফেরিক ক্লোরাইড হইতে অপরাবিদ্যুৎবাহী ক্লোরিনের অনুপাত হ্রাস করিয়া উহাকে ফেরাস ক্লোরাইডে বিজারিত করিয়াছে। সুতরাং হাইড্রোজেন-সালফাইড বিজারক দ্রব্য।

(b) জারক দ্রব্যে সর্বদা অক্সিজেন থাকা প্রয়োজন নহে। কারণ, জারণ কার্য কেবলমাত্র অক্সিজেনের যুক্তি বা উহার অনুপাত বৃদ্ধিই নহে। জারণে পদার্থের সহিত কোন অপরাবিদ্যুৎবাহী মৌল বা মূলক যুক্ত হয় বা উহার অনুপাত বৃদ্ধি পায় কিংবা কোণ পরাবিদ্যুৎবাহী মৌল বা মূলক অপসারিত হয় বা তাহার অনুপাত হ্রাস পায়।

উদাহরণ—(i) 82 নং প্রশ্নোত্তরের জারণ অংশের 2 নং উদাহরণ লিখ। (ii) $2KI+Cl_2=2KCl+I_2$। এখানে জারক দ্রব্য ক্লোরিন KI হইতে পরাবিদ্যুৎবাহী পটাসিয়াম অপসারিত করিয়া উহাকে আয়োডিনে জারিত করিয়াছে।

Additional Questions with hints on answers

CHAPTER VII

1. Describe how a dilute aqueous solution of hydrogen peroxide may be prepared in the laboratory. How would you show that hydrogen peroxide [a] is an oxidising agent (giving two reactions with equations) [b] decomposes into oxygen? [H. S. 1967]

[Ans. Q. 77 (a) ; Q. 78 ; Q. 79 (b)]

2. What weight of BaO_2 would be required to produce 10 g. of pure hydrogen peroxide? [Ba = 137] [Ans. 49·7 g.]

3. 3·4 g. of hydrogen peroxide on decomposition gave 1·6 g. of oxygen and 1·8 g. of water. The molecular weight of hydrogen peroxide is 34. What is its molecular formula?

[Hints. 1·8 গ্রাম জলে 1·6 গ্রাম অক্সিজেন এবং ·2 গ্রাম হাইড্রোজেন আছে, সুতরাং 3·4 গ্রাম হাইড্রোজেন পারক্সাইডে হাইড্রোজেন = ·2 গ্রাম এবং অক্সিজেন = (1·6 + 1·6) = 3·2 গ্রাম ইত্যাদি।

4. Give one example of each [i] peroxidising property and [ii] bleaching action of H_2O_2. [H. S. 1966]

[Ans. 77 [b] প্রশ্নোত্তরে দেখ।]

CHAPTER VIII

Laws of Chemical Combination

[রাসায়নিক সংযোগ-সূত্র]

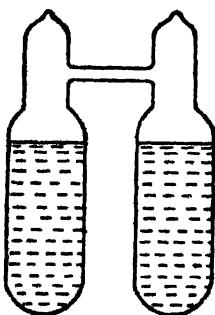
Q. 86. (a) State the law of conservation of mass (or law of indestructibility of matter)

[H. S. 1960, '62, '63, '67, 69, '71 (comp.)]

(b) How would you verify it experimentally ?

[H. S. 1960]

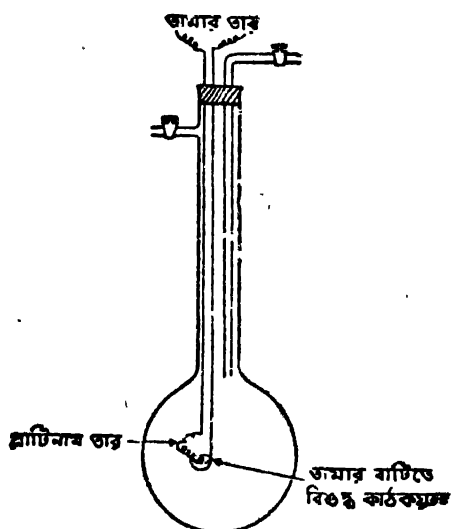
[(a) ভরের নিত্যতা-সূত্র বা পদার্থের অবিনাশিতা-সূত্র বিবৃত কর। (b) পরীক্ষার সাহায্যে কিরূপে সূত্রটি প্রমাণ করিবে ?]

Ans. (a) **ভরের নিত্যতা-সূত্র বা পদার্থের অবিনাশিতা-সূত্র** (Law of conservation of mass or law of indestructibility of matter) :—জড় পদার্থ অবিনশ্বর—ইহার সৃষ্টি অথবা বিনাশ নাই। কোন রাসায়নিক বা অবস্থাগত পরিবর্তনে পদার্থের রূপান্তর হয় কিন্তু উহার মোট ভরের কোনরূপ পরিবর্তন হয় না।

32 নং চিত্র—ল্যান্ডোল্টের পরীক্ষা-যন্ত্র

(b) **পরীক্ষা 1.**—ল্যান্ডোল্টের নিম্নলিখিত পরীক্ষাটির সাহায্যে সূত্রটির সত্যতা প্রমাণ করা যায়।

H-আকারের একটি নলের দুই বাহুর একটিতে ফেরাস সালফেট দ্রবণ ও অপরটিতে সিলভার সালফেট দ্রবণ লইয়া নলের উপরের মুখ দুইটি গালাইয়া সম্পূর্ণরূপে বন্ধ করিয়া দেওয়া হয়। এই যন্ত্রটিকে সঠিকভাবে ওজন করা হয়। তারপর নলটিকে সাবধানে কাত করিয়া দুই বাহুর দ্রবণ মিশাইয়া দেওয়া হয়। রাসায়নিক বিক্রিয়ায় ফেরাস সালফেট সিলভার সালফেটকে সিলভারে বিজারিত করে এবং নিজে ফেরিক সালফেটে জারিত হয়। $Ag_2SO_4 + 2FeSO_4 = 2Ag + Fe_2(SO_4)_3$। বিক্রিয়া শেষে যন্ত্রটিকে শীতল করিয়া পুনরায় ওজন করিলে দেখা যায় যে, ওজনের কোন পরিবর্তন হয় নাই।

অর্থাৎ বিক্রিয়ার পূর্বে ফেরাস সালফেট ও সিলভার সালফেটের যে মোট ওজন ছিল বিক্রিয়ার পরে নূতন পদার্থ উৎপন্ন হওয়াতেও সেই ওজন একই থাকে। রাসায়নিক বিক্রিয়ায় পদার্থের রূপান্তর হইয়াছে কিন্তু কোন পদার্থের সৃষ্টি বা বিনাশ হয় নাই।

পরীক্ষা 2—কাঠকয়লা পরীক্ষার সাহায্যেও ইহার সত্যতা প্রমাণ করা যায়। একটি গোল-তল ফ্লাস্কের মুখে রবার কর্কের ভিতর দিয়া দুইটি তামার তার প্রবেশ করান আছে—একটি তারের প্রান্তে তামার বাটি (capsule) যুক্ত আছে। তামার বাটিতে এক টুকরা বিশুদ্ধ কাঠকয়লা (শর্করা-কয়লা) রাখা হইয়াছে। কপার তারের দুই প্রান্ত প্লাটিনাম তার দ্বারা সংযুক্ত করা হইয়াছে, যেন প্লাটিনাম তারটি কাঠ কয়লার সংস্পর্শে থাকে। ফ্লাস্কের বায়ু অপসারিত করিয়া উহা অক্সিজেন দ্বারা পূর্ণ করা হয়। যন্ত্রটিকে সঠিকভাবে ওজন করা হয়। তামার তারের বাহিরের প্রান্ত দুইটি একটি ব্যাটারির দুই প্রান্তের সহিত যুক্ত করিয়া তড়িৎ-প্রবাহ চালনা করা হয়। তড়িৎ প্রবাহের ফলে প্লাটিনাম তার উত্তপ্ত হইয়া উঠে এবং উত্তাপে কাঠকয়লা অক্সিজেনের উপস্থিতিতে জ্বলিয়া উঠিয়া কার্বন ডাই-অক্সাইডে পরিণত হয়। $C+O_2=CO_2$। কাঠকয়লা সম্পূর্ণ ভস্মীভূত হইলে যন্ত্রটিকে ঘরের তাপমাত্রায় শীতল করা হয়। শীতল যন্ত্রটি পুনরায় ওজন করিলে দেখা যায় যে উহার ওজন একই আছে—কোনরূপ পরিবর্তন হয় নাই।

33 নং চিত্র—কাঠকয়লা পরীক্ষা

[**আলোচনা**: (1) ল্যানডোল্টের পরীকাটি [পরীক্ষা 2] বিভিন্ন পদার্থ লইয়া করা যায়। যথা, [i] এক বাহুতে কপার সালফেট এবং অপর বাহুতে কষ্টিক সোডা দ্রবণ। দুইটি দ্রবণ মিশাইলে কিউপ্রিক হাইড্রক্সাইডের অধঃক্ষেপ আসে। $CuSO_4+2NaOH-Cu(OH)_2+Na_2SO_4$ [ii] এক

বাহুতে সোডিয়াম ক্লোরাইড দ্রবণ এবং অপর বাহুতে সিলভার নাইট্রেট দ্রবণ। দ্রবণ দুইটি মিশাইলে দধির মত ঘন সাদা অধঃক্ষেপ আসে। $NaCl + AgNO_3 = AgCl + NaNO_3$। এইরূপ দুইটি বিভিন্ন পদার্থ দুইটি বাহুতে লইয়া যে সব বিক্রিয়া সাধারণ তাপমাত্রায় কোন অধঃক্ষেপ বা দ্রবণ উৎপন্ন করে তাহাদের ক্ষেত্রে এই পরীক্ষা প্রযোজ্য।

[2] পরীক্ষা 2—কাঠকয়লার পরিবর্তে সালফার, ফস্ফরাস, ম্যাগনেসিয়াম লইয়া এই পরীক্ষাটি করা যায়। সালফার অক্সিজেনে জ্বলিয়া সালফার ডাই-অক্সাইড গ্যাস হয়। $S + O_2 = SO_2$। ফস্ফরাস অক্সিজেনে জ্বলিয়া ফস্ফরাস পেণ্টক্সাইড গ্যাস উৎপন্ন হয়; $4P + 5O_2 = 2P_2O_5$। ম্যাগনেসিয়াম অক্সিজেনে জ্বলিয়া সাদা ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড উৎপন্ন হয়। $2Mg + O_2 = 2MgO$। এই বিক্রিয়া কয়টিই জারণ ক্রিয়ার উদাহরণ।]

Q. 87. (a) Show that the gases produced from a burning candle weight more than the candle itself and examine the nature of these gases

[পরীক্ষার সাহায্যে দেখাও, মোমবাতি জ্বলিয়া যে গ্যাসগুলি উৎপন্ন করে তাহাদের ওজন মোমবাতির ওজন অপেক্ষা বেশী। এই গ্যাসগুলির প্রকৃতি পরীক্ষা কর।]

(c) How do you explain the loss in weight of a candle burning in open air? [H. S 1960]

[মোমবাতি বায়ুতে জ্বলিলে যে উহার ওজনের হ্রাস হয় তাহা কিরূপে ব্যাখ্যা করিবে?]

Ans. (a) একটি সচ্ছিদ্র কর্কের উপর একটি ছোট মোমবাতি রাখিয়া উহাকে একটি লম্বা কাচের চিম্‌নির তলদেশে বসান হইল এবং চিম্‌নির উপরের মুখ আরেকটি কর্ক দিয়া বন্ধ করা হইল। এই কর্কের মধ্য দিয়া একটি বাঁকান নল লাগান আছে। এই নলই পর পর দুইটি U-নলের সহিত যুক্ত—প্রথম U-নলে অনার্দ্র ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড এবং দ্বিতীয় U-নলে সোডা লাইম আছে। দ্বিতীয় U-নলের অপর প্রান্ত একটি জলপূর্ণ বোতলের (aspirator) সহিত যুক্ত। U-নল দুইটির এবং সচ্ছিদ্র কর্ক সহ মোমবাতির ওজন লওয়া হইল। জলপূর্ণ বোতলের কর্ক (tap) খুলিয়া জল বাহির হইতে দেওয়া হইল। মোমবাতিটি জ্বালাইয়া তাড়াতাড়ি চিম্‌নির তলদেশে রাখা হইল। বোতলের জল পড়িয়া যাওয়ায় সেখানে যে শূন্যতা

হয় তাহা পূর্ণ করিবার জন্য বায়ু সচ্ছিদ্র কর্কের মধ্য দিয়া চিম্‌নিতে এবং সেখান হইতে U-নলদ্বয়ের মধ্য দিয়া বোতলে চলিয়া আসে। এই বায়ুপ্রবাহের ফলে মোমবাতি জ্বলিতে থাকে। কিছু সময় পরে বোতলের কল বন্ধ করিয়া দেওয়া হইল। বায়ুপ্রবাহ বন্ধ হয় এবং মোমবাতিটি নিভিয়া যায়। দহনের ফলে যে গ্যাস উৎপন্ন হয় তাহা বায়ুপ্রবাহ দ্বারা চালিত হইয়া U নল দুইটিতে শোষিত হয়। যন্ত্রটি শীতল হইলে U-নল দুইটির এবং সচ্ছিদ্র কর্ক সহ মোমবাতির ওজন লওয়া হইল। দেখা যায়, মোমবাতির ওজনের হ্রাস এবং U-নল দুইটিরই ওজনের বৃদ্ধি হইয়াছে। মোমবাতি কার্বন ও হাইড্রোজেন লইয়া গঠিত। বায়ুতে জ্বলিয়া ইহা কার্বন ডাই-অক্সাইড ও জলীয় বাষ্পে পরিণত হইয়াছে। মোমবাতির যতটুকু পুড়িয়া খরচ হইয়া গিয়াছে তাহা মোমবাতির ওজন হ্রাসের সমান। প্রথম U-নলের ওজন-বৃদ্ধি উৎপন্ন জলীয় বাষ্পের জন্য, কারণ এই U-নলের অনার্দ্র ক্যালসিয়াম ক্লোরাইডে জলীয় বাষ্প শোষিত হইয়াছে। দ্বিতীয় U-নলের ওজন-বৃদ্ধি উৎপন্ন কার্বন ডাই-অক্সাইডের জন্য, কারণ এই U-নলেব সোডা লাইমে কার্বন ডাই-অক্সাইড শোষিত হইয়াছে। সুতরাং, মোমবাতি বায়ুতে জ্বলিলে মোমবাতির কার্বন ও হাই-ড্রোজেন বায়ুর অক্সিজেনের সহিত যুক্ত হইয়া যথাক্রমে কার্বন ডাই-অক্সাইডে ও জলীয় বাষ্প উৎপন্ন হয়। উৎপন্ন গ্যাস দুইটির মোট ওজন, যতটুকু মোমবাতি পুড়িয়া গিয়াছে তাহার ওজন অপেক্ষা বেশী।

অবশ্য এই ওজন-বৃদ্ধি প্রকৃত নহে। কারণ, মোমের সহিত যে পরিমাণ বায়ুর অক্সিজেন বিক্রিয়ায় অংশ গ্রহণ করিয়াছে—তাহার ওজনের হিসাব লওয়া হয় নাই।

(b) মোম কার্বন ও হাইড্রোজেন এই দুইটি মৌল লইয়া গঠিত। মোম বায়ুতে জ্বলিবার সময় কার্বন ও হাইড্রোজেন বায়ুর অক্সিজেনের সহিত রাসায়নিক বিক্রিয়ায় যথাক্রমে কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্যাস ও জলীয় বাষ্প উৎপন্ন করে। যেহেতু মোমবাতিটি খোলা জায়গায় জ্বলিতেছে, উৎপন্ন কার্বন ডাই-অক্সাইড ও জলীয় বাষ্প বায়ুব সহিত মিশিয়া যায়। সুতরাং আপাতদৃষ্টিতে মনে হয় যে, মোম বায়ুতে জ্বলিয়া ওজনে ক্রমশঃ হ্রাস পাইতেছে। কিন্তু উৎপন্ন পদার্থ সংগ্রহ করিলে দেখা যাইত যে, যতটুকু মোম জ্বলিয়াছে এবং উহার জন্য যতটুকু অক্সিজেন প্রয়োজন,

তাহাদের মোট ওজন উৎপন্ন কার্বন ডাই-অক্সাইড ও জলীয় বাষ্পের মোট ওজনের সমান।

Q. 88. Describe one experiment each to show that the law of conservation of mass holds good for—

(a) rusting of iron. [H. S. 1962 '67 (Comp.]
(b) burning of charcoal. [H. S. 1962 ; '67 (Comp.)]
(c) sublimation of camphor. [H. S. 1962]
(d) burning of phosphorus.
(e) oxidation of a metal or a non-metal.
(f) a physical change.
(g) a change involving oxidation-reduction.
(h) a change leading to the formation of a precipitate.

[নিম্নের প্রতিটি ক্ষেত্রে ভরের নিত্যতা-সূত্র যে সত্য তাহা দেখাইয়া এক একটি পরীক্ষা বর্ণনা কর—(a) লোহার মরিচা ধরা, (b) কাঠকয়লার দহন, (c) কর্পূরের ঊর্ধ্বপাতন' (d) ফসফরাসের দহন, (e) কোন ধাতুর বা অধাতুর জারণ, (f) একটি ভৌত পরিবর্তন, (g) একটি জারণ-বিজারণ ক্রিয়া, (h) অধঃক্ষেপ উৎপত্তির একটি বিক্রিয়া।

Ans. (a) একটি কাচের ফ্লাস্কে সামান্য জল লইয়া নাড়িয়া দেওয়া হইল, যাহাতে ফ্লাস্কের ভিতরের অংশ জলে ভিজা থাকে। কিছু পরিষ্কার লোহার গুঁড়া ফ্লাস্কের মধ্যে ঢালিয়া ফ্লাস্কটি নাড়িয়া দেওয়া হইল। ফ্লাস্কের গুঁড়াও উহার গায়ে লাগিয়া যায়। ফ্লাস্কের মুখ রবার-কর্কদ্বারা বন্ধ করিয়া উহার ওজন লওয়া হইল। কয়েকদিন পরে দেখা যায় যে, পরিষ্কার লোহার গুঁড়াগুলি বাদামী বর্ণের হইয়া গিয়াছে, অর্থাৎ লোহায় মরিচা পড়িয়াছে। এখন ফ্লাস্কটি ওজন করিলে দেখা যায় যে, উহার ওজন পূর্বের ন্যায়ই আছে।

(b) 86নং প্রশ্নোত্তরের 2নং পরীক্ষা দেখ।

(c) একটি লম্বা কাচের টেস্ট-টিউবে কিছুটা কর্পূর লইয়া টেস্ট-টিউবের মুখ রবার-কর্কদ্বারা আঁটিয়া দেওয়া হইল এবং ইহার ওজন লওয়া হইল। টেস্ট-

টিউবটিকে খুব সামান্য গরম করা হইল। কর্পূর বাষ্পীভূত হয় এবং টেস্ট টিউবের উপরের শীতল অংশে পুনরায় কঠিন অবস্থায় জমা হয়। টেস্ট-টিউব ঘরের তাপমাত্রা পর্যন্ত শীতল হইলে উহার ওজন লওয়া হয়। দেখা যায়, পূর্বের ওজন এবং কর্পূর ঊর্ধ্বপাতিত হইবার পরের ওজন সমান।

(d) ৪6নং প্রশ্নোত্তরের 2নং পরীক্ষা দেখ। আলোচনা (2) দেখ; 294 পৃষ্ঠা।

(e) একটি শক্ত কাচের তৈয়ারী রিটর্টে ছোট এক টুকরা ধাতব টিন লইয়া রিটর্টের মুখ গালাইয়া বন্ধ করা হইল। টিন সহ রিটর্টের ওজন লওয়া হইল। অতঃপর রিটর্টকে উত্তপ্ত করা হইল। রিটর্টের ভিতরের বায়ুর অক্সিজেনের সহিত যুক্ত হইয়া টিন উহার অক্সাইডে পরিণত হয়। অতঃপর ঘরের তাপমাত্রা পর্যন্ত শীতল করিয়া রিটর্টের ওজন লওয়া হইল। দেখা যায়, পূর্বের ওজন এবং পরের ওজন সমান। সুতরাং রাসায়নিক পরিবর্তনের ফলে পদার্থগুলির ওজন অপরিবর্তিত রহিয়াছে।

[দ্রষ্টব্য—এই পরীক্ষাটি কপার, ম্যাগনেসিয়াম, জিংক ইত্যাদি ধাতু লইয়া করা যায়। প্রতিক্ষেত্রেই ধাতুটি অক্সিজেনের সহিত যুক্ত হইয়া ধাতুর অক্সাইডে জারিত হয়। সুতরাং, এইগুলি জারণ-ক্রিয়ার উদাহরণ।]

(f) এই প্রশ্নের (c) অংশ দেখ। কর্পূরের পরিবর্তে অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড উত্তপ্ত করিয়া পরীক্ষা করিতে পার।

(g) ল্যান্ডোল্টের পরীক্ষা দেখ।

(h) ল্যান্ডোল্ট পরীক্ষা ও আলোচনা (1) দেখ; পৃষ্ঠা 203-204।

Q. 89. How would you reconcile the following facts with the law of conservation of mass ?

[নিম্নলিখিত ঘটনাগুলি ভরের নিত্যতা-সূত্রের পরিপ্রেক্ষিতে কিরূপে ব্যাখ্যা করিবে ?]

(i) A piece of charcoal is burnt in air. It burns away and a small quantity of ash is left behind and thereby loses in weight.

[এক টুকরা কাঠকয়লা বায়ুতে জ্বলিলে খুব সামান্য একটু ভস্ম অবশিষ্ট থাকে এবং এইরূপে উহার ওজনের হ্রাস হয়।]

(ii) A candle burns in air and loses in weight. [মোমবাতি বায়ুতে জ্বলিয়া ওজনে কমিয়া যায়। [H. S. 1969 ; '71 (Comp.)]

(iii) A piece of sulphur burns in air and loses in weight. [এক টুকরা সালফার বায়ুতে জ্বলিয়া ওজনে কমিয়া যায় ।]

(iv) A piece of camphor left exposed to air loses in weight. [এক টুকরা কর্পূর বায়ুতে খোলা রাখিলে ওজনে কমিয়া যায় ।]

(v) Magnesium burns in air and gains in weight. [ম্যাগনেসিয়াম বায়ুতে জ্বলিয়া ওজনে বৃদ্ধি পায় ।] [H. S. 1971 (Comp.)]

(vi) Iron rusts in moist air and gains in weight. [লৌহ আর্দ্র বায়ুতে রাখিলে ওজন বৃদ্ধি পায় ।] [H. S. 1969]

Ans (i) এক টুকরা কাঠকয়লা (চারকোল) বায়ুতে দহন করিলে বায়ুর অক্সিজেনের সহিত রাসায়নিক ক্রিয়া করিয়া উহা কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্যাসে পরিণত হইয়া বায়ুতে মিশিয়া যায়। $C+O_2=CO_2$ । দহন শেষে অতি সামান্য পরিমাণ ভস্ম অবশিষ্ট থাকে যাহার ওজন পূর্বের কাঠকয়লার টুকরার ওজন অপেক্ষা কম। সুতরাং মনে হইতে পারে যে, এই রাসায়নিক পরিবর্তনে পদার্থের বিনাশ হইয়াছে। কিন্তু এই ওজন হ্রাস প্রকৃত নহে, ইহা আপাত হ্রাস। কার্বন ডাই-অক্সাইডের সঠিক ওজন লইলে দেখা যায় যে, ইহা কাঠকয়লার ও দহনে প্রয়োজনীয় অক্সিজেনের ওজনের সমান।

(ii) 87 (b) প্রশ্নোত্তর দেখ।

(iii) এই প্রশ্নোত্তরের (i) অংশ দেখ। সালফারের ক্ষেত্রেও যুক্তি একই-রূপ। সালফার বায়ুতে দহন করিলে বায়ুর অক্সিজেনের সহিত রাসায়নিক ক্রিয়ায় সালফার ডাই-অক্সাইড গ্যাসে পরিণত হইয়া বায়ুতে মিশিয়া যায়। $S+O_2=SO_2$ ।

(iv) কর্পূর উদ্বায়ী কঠিন পদার্থ। সাধারণ তাপমাত্রায় বায়ুতে খোলা অবস্থায় রাখিলে উহা ধীরে ধীরে গ্যাসীয় পদার্থে পরিণত হইয়া বায়ুর সহিত মিশিয়া যায় এবং কর্পূরের টুকরার ওজন ক্রমশঃ হ্রাস হয়। কিন্তু অবশিষ্ট কর্পূরের ও উৎপন্ন গ্যাসীয় পদার্থের মোট ওজন, যে ওজনের কর্পূর লওয়া হইয়াছিল তাহার ওজনের

সমান। সুতরাং কর্পূরের কোন অংশ বিনষ্ট হয় নাই, কর্পূর কেবলমাত্র গ্যাসীয় অবস্থায় রূপান্তরিত হইয়াছে।

(v) ম্যাগনেসিয়াম বায়ুতে দহনের ফলে অক্সিজেনের সহিত যুক্ত হইয়া ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড উৎপন্ন হয়। $2Mg + O_2 = 2MgO$। সেইজন্য ওজনের বৃদ্ধি হয়, কিন্তু ম্যাগনেসিয়াম ও উহার দহনের জন্য বাঞ্ছিত অক্সিজেনের মোট ওজন উৎপন্ন ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইডের ওজনের সমান। সুতরাং, এই রাসায়নিক পরিবর্তনে পদার্থের মোট ভরের কোনরূপ পরিবর্তন হয় নাই।

(vi) লৌহ আর্দ্র বায়ুতে থাকিলে বায়ুর অক্সিজেন ও জলীয় বাষ্পের সহিত রাসায়নিক বিক্রিয়ায় লৌহের উপর প্রধানতঃ সোদক ফেরিক অক্সাইড ($2Fe_2O_3$, $3H_2O$)-এর বাদামী বর্ণের আবরণের সৃষ্টি হয়। ইহাকে মরিচা বলে। যুক্ত অক্সিজেনের জন্য লৌহ-খণ্ডের ওজনের বৃদ্ধি হয়। সুতরাং এখানে কোন নূতন পদার্থের সৃষ্টি হয় নাই, পদার্থের রূপান্তর হইয়াছে। বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণকারী পদার্থ ও উৎপন্ন পদার্থের মোট ভর সমান।

Q. 90. State and illustrate—

(a) Law of constant or definite proportions.

[H. S. 1960 (Comp.) ; '64]

(b) Law of multiple proportions.

[H. S. 1960. (Comp.), '63 ; '64, '66 (Comp.) ; '68, '70 (Comp.) ; '71, '73]

[উদাহরণসহ বিবৃত কর—(a) স্থিরানুপাত সূত্র, (b) গুণানুপাত সূত্র।]

Ans. (a) **স্থিরানুপাত সূত্র** (Law of constant or definite proportions): কোন যৌগিক পদার্থ সর্বদা একই মৌলিক পদার্থ লইয়া গঠিত এবং উহাতে মৌলিক পদার্থগুলির ওজনের অনুপাত সর্বদা নির্দিষ্ট।

উদাহরণ—(i) বিভিন্ন উৎস হইতে জল সংগ্রহ করিয়া বিশুদ্ধিকরণের পর দেখা যায় যে, বিশুদ্ধ জল সর্বদা হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন লইয়া গঠিত এবং ইহাতে হাইড্রোজেন ও অক্সিজেনের ওজনের অনুপাত সর্বদা 1 : 8।

(ii) বিভিন্ন উপায়ে সংগৃহীত বা প্রস্তুত বিশুদ্ধ সোডিয়াম ক্লোরাইডে সোডিয়াম

ও ক্লোরিন, এই দুইটি মৌল আছে এবং ইহাদের ওজনের অনুপাত সর্বদা 23 : 35·5।

(b) গুণানুপাত সূত্র (Law of multiple proportions)—যখন দুইটি বিভিন্ন মৌলিক পদার্থ পরস্পর সংযুক্ত হইয়া দুই বা ততোধিক বিভিন্ন যৌগিক পদার্থ উৎপন্ন করে, তখন উহাদের একটি মৌলিক পদার্থের নির্দিষ্ট ওজনের সহিত অপরটির যে বিভিন্ন ওজন সংযুক্ত হয়, সেই ওজনগুলি সর্বদা একটি সরল অনুপাতে থাকে।

উদাহরণ (i) হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন যুক্ত হইয়া H_2O এবং H_2O_2, এই দুইটি যৌগিক পদার্থ উৎপন্ন করে। H_2O-তে 2 ভাগ ওজনের হাইড্রোজেন 16 ভাগ ওজনের অক্সিজেনের সহিত যুক্ত আছে। H_2O_2-তে 2 ভাগ ওজনের হাইড্রোজেন 32 ভাগ ওজনের অক্সিজেনের সহিত যুক্ত আছে। এই দুইটি যৌগে হাইড্রোজেনের নির্দিষ্ট ওজনের (2 ভাগ) সহিত সংযুক্ত অক্সিজেনের ওজন যথাক্রমে 16 এবং 32 ভাগ ; অর্থাৎ অক্সিজেনের ওজনের অনুপাত = 16 : 32 বা 1 : 2 বা একটি সরল অনুপাত।

(ii) কার্বন ও অক্সিজেন যুক্ত হইয়া কার্বন মনোক্সাইড (CO) এবং কার্বন ডাই-অক্সাইড (CO_2), এই দুইটি যৌগ গঠন করে। কার্বন মনোক্সাইডে, 12 ভাগ ওজনের কার্বন যুক্ত আছে 16 ভাগ ওজনের অক্সিজেনের সহিত। কার্বন ডাই-অক্সাইডে 12 ভাগ ওজনের কার্বন যুক্ত আছে 2×16 ভাগ ওজনের অক্সিজেনের সহিত। সুতরাং নির্দিষ্ট ওজনের (12 ভাগ) কার্বনের সহিত যুক্ত অক্সিজেনের ওজনের অনুপাত = 16 : 2×16 বা 1 : 2। ইহা একটি সরল অনুপাত।

Q. 91. State the fundamental assumptions of Dalton's Atomic Theory. [H. S. 1641 ; '67 (Comp.) ; '69 (Comp.)]

[ডালটনের পরমাণুবাদের গোড়ার কথা বিবৃত কর।]

ডালটনের পরমাণুবাদ (Dalton's Atomic Theory) :—

(i) প্রতিটি মৌলিক পদার্থ বহুসংখ্যক ক্ষুদ্র ও অবিভাজ্য কণিকা লইয়া গঠিত। কোন প্রক্রিয়ায় এই কণিকাগুলি সৃষ্ট বা বিনষ্ট হয় না। কণিকাগুলিকে পরমাণু বলা হয়।

(ii) একই মৌলিক পদার্থের পরমাণুগুলি একই ওজন ও একই ধর্মবিশিষ্ট।

(iii) বিভিন্ন মৌলিক পদার্থের পরমাণুগুলি বিভিন্ন ওজন ও বিভিন্ন ধর্মবিশিষ্ট।

(iv) দুই বা ততোধিক মৌলিক পদার্থের রাসায়নিক সংযোগে উহাদের পরমাণুগুলি সরল ও সুনির্দিষ্ট অনুপাতে যুক্ত হয়।

Q. 91. (a) Explain the following laws with the help of Dalton's Atomic Theory.

[ডালটনের পরমাণুবাদের সাহায্যে নিম্নলিখিত সূত্রগুলি ব্যাখ্যা কর।]

(i) Law of conservation of mass [H. S. 1969]

(ii) Law of constant or definite proportions. [H. S. 1969 (Comp.)]

(iii) Law of multiple proportions [H. S. 1969 (Comp.)]

Ans. (i) পরমাণুবাদ অনুসারে পরমাণুর সৃষ্টি বা ধ্বংস হয় না। কোন রাসায়নিক পরিবর্তনের পূর্বে যত সংখ্যক পরমাণু থাকে, পরিবর্তনের পরেও তত সংখ্যক পরমাণু থাকে। কেবলমাত্র পরমাণুগুলি নূতনভাবে সজ্জিত হয়। আবার, পরমাণুর ওজন নির্দিষ্ট। সুতরাং পদার্থের পরিবর্তনে ওজনের কোন তারতম্য ঘটে না। ইহাই ভরের নিত্যতা সূত্র।

(ii) মনে করা হইল, A মৌলের x সংখ্যক পরমাণু B মৌলের y সংখ্যক পরমাণুর সহিত যুক্ত হইয়া A_xB_y যৌগ গঠন করে। আরও মনে করা হইল, A ও B মৌলের পারমাণবিক ওজন যথাক্রমে a এবং b। ডালটনের পরমাণুবাদ অনুসারে, পরমাণুগুলি নির্দিষ্ট ও সরল অনুপাতে যুক্ত হইয়া যৌগ গঠন করে এবং মৌলের পারমাণবিক ওজন নির্দিষ্ট। সুতরাং A_xB_y যৌগে x এবং y সর্বদা নির্দিষ্ট এবং পারমাণবিক ওজন a এবং b নির্দিষ্ট। A_xB_y যৌগে A-এর ওজন ax ভাগ এবং B-এর ওজন by ভাগ। সুতরাং উহাদের ওজনের অনুপাত $=\frac{ax}{by}=$ ধ্রুবক। অর্থাৎ A_xB_y যৌগের সংযুতি নির্দিষ্ট।

(iii) মনে করা হইল, A ও B মৌল দুইটি যুক্ত হইয়া বিভিন্ন যৌগ গঠন করে। পরমাণুগুলি সরল অনুপাতে যুক্ত হইয়া যৌগ গঠন করে। সুতরাং ধরা হইল যে A মৌলের একটি পরমাণু B মৌলের একটি পরমাণুর সহিত যুক্ত হইয়া AB যৌগ গঠন

করে, A মৌলের একটি পরমাণু B মৌলের দুইটি পরমাণুর সহিত যুক্ত হইয়া AB_2 যৌগ এবং A মৌলের দুইটি পরমাণু B মৌলের তিনটি পরমাণুর সহিত যুক্ত হইয়া A_2B_3 যৌগ গঠন করে। মনে করা হইল, A ও B মৌলের পারমাণবিক ওজন যথাক্রমে a এবং b।

AB যৌগে,

A মৌলের ওজনের a ভাগ যুক্ত হয় B মৌলের ওজনের b ভাগেব সহিত।

AB_2 যৌগে,

A মৌলের ওজনের a ভাগ যুক্ত হয় B মৌলের ওজনের $2b$ ভাগের সহিত।

A_2B_3 যৌগে,

A মৌলের ওজনের $2a$ ভাগ যুক্ত হয় B মৌলের ওজনের $3b$ ভাগের সহিত,

∴ „ „ a ভাগ „ „ „ „ „ $\frac{3}{2}b$ „ „

সুতরাং B মৌলের যে বিভিন্ন ওজনগুলি A মৌলের নির্দিষ্ট ওজনের সহিত (a ভাগ) যুক্ত হয় তাহাদের অনুপাত $= b : 2b : \frac{3}{2}b$ বা $1 : 2 : \frac{3}{2} = 2 : 4 : 3$। ইহা একটি সরল অনুপাত।

Numerical Examples [গাণিতিক উদাহরণ]

1. (i) 1·974 g. of zinc, on heating strongly in air, gave 2·459 g. of zinc oxide. (ii) 1·49 g. of zinc were treated with nitric acid and the resulting nitrate was decomposed by heat, when 1·856 g. of oxide were formed. (iii) 2 94 g. of a sample of zinc oxide, on reduction by hydrogen, gave 2·36 g. of zinc. Show whether these figures are in accordance with the law of constant proportions.

[1·974 গ্রাম জিংক বায়ুতে তীব্র উত্তপ্ত করিলে 2·459 গ্রাম জিংক অক্সাইড উৎপন্ন হয়। 1·49 গ্রাম জিংক নাইট্রিক অ্যাসিডে দ্রবীভূত করিয়া তাপ-প্রয়োগে নাইট্রেট বিযোজিত করিলে 1·856 গ্রাম জিংক অক্সাইড উৎপন্ন হয়। অপর এক নমুনার জিংক অক্সাইডের 2·94 গ্রাম লইয়া হাইড্রোজেন দ্বারা বিজারিত করিলে 2·36 গ্রাম জিংক উৎপন্ন হয়। ইহা স্থিরানুপাত সূত্রানুযায়ী কিনা বল।]

Ans. (i) জিংকের ওজন = 1·974 গ্রাম। জিংক অক্সাইডের ওজন = 2·459 গ্রাম।

∴ অক্সিজেনের ওজন = (2·459 − 1·974) বা ·485 গ্রাম।

∴ $\frac{\text{জিংকের ওজন}}{\text{অক্সিজেনের ওজন}} = \frac{1·974}{·485} = 4·07$

(ii) জিংকের ওজন = 1·49 গ্রাম ; জিংক অক্সাইডের ওজন = 1·856 গ্রাম।

∴ অক্সিজেনের ওজন = (1·856 − 1·49) বা ·366 গ্রাম।

$\frac{\text{জিংকের ওজন}}{\text{অক্সিজেনের ওজন}} = \frac{1·49}{·366} = 4·07$

(iii) জিংক অক্সাইডের ওজন = 2·94 গ্রাম ; জিংকের ওজন = 2·36 গ্রাম।

∴ অক্সিজেনের ওজন = (2·94 − 2·36) বা ·58 গ্রাম।

∴ $\frac{\text{জিংকের ওজন}}{\text{অক্সিজেনের ওজন}} = \frac{2·36}{·58} = 4·07$

ইহা হইতে দেখা যায় যে, বিভিন্ন উপায়ে প্রাপ্ত জিংক অক্সাইডে জিংক ও অক্সিজেনের ওজনের অনুপাত সর্বদা নির্দিষ্ট। সুতরাং ফলগুলি স্থিরানুপাত সূত্রানুযায়ী হইয়াছে।

2. Given that (a) 0·12 g. of a metal gives 0·20 g. of oxide when heated in air ; (b) its carbonate and nitrate contain 28·5% and 16·2% of the metal respectively,—apply the law of definite proportions to calculate what weight of the oxide will be obtained by heating 1·00 g. each of the carbonate and the nitrate.

[H. S. 1963]

[দেওয়া আছে, (a) কোন একটি ধাতুর 0·12 গ্রাম লইয়া বায়ুতে উত্তপ্ত করিলে 0·20 গ্রাম অক্সাইড উৎপন্ন হয় ; (b) এই ধাতুর কার্বনেট এবং নাইট্রেট লবণে যথাক্রমে 28·5% এবং 16·2% ধাতু আছে। কার্বনেট ও নাইট্রেট লবণের প্রতিটির 1·00 গ্রাম লইয়া উত্তপ্ত করিলে কি পরিমাণ অক্সাইড দুই ক্ষেত্রে পাওয়া যাইবে তাহা স্থিরানুপাত সূত্রের সাহায্যে নির্ণয় কর।]

Ans. ধাতব অক্সাইডের ওজন = 0·20 গ্রাম ; ধাতুর ওজন = 0·12 গ্রাম।

অক্সিজেনের ওজন = (0·20 − 0·12) = 0·08 গ্রাম।

ধাতব অক্সাইডে, $\frac{\text{ধাতুর ওজন}}{\text{অক্সিজেনের ওজন}} = \frac{0·12}{0·08} = \frac{3}{2}$

ধাতব কার্বনেটে ধাতুর মাত্রা শতকরা 28·5 ভাগ। সুতরাং 1 গ্রাম ধাতব কার্বনেটে ধাতুর ওজন 0·285 গ্রাম। বিভিন্ন উপায়ে প্রস্তুত এই ধাতব অক্সাইডে ধাতু এবং অক্সিজেনের ওজনের অনুপাত সর্বদাই হইবে 3 : 2 (স্থিরানুপাত সূত্র অনুসারে)।

$$\frac{0{\cdot}285 \text{ (অর্থাৎ ধাতুর ওজন)}}{\text{অক্সিজেনের ওজন}}=\frac{3}{2}$$

সুতরাং অক্সিজেনের ওজন = 0·190 গ্রাম।

∴ কার্বনেট হইতে উৎপন্ন অক্সাইডের ওজন = (0·285 + 0·190) = 0·475 গ্রাম।

সেইরূপ, 1 গ্রাম ধাতব নাইট্রেটে ধাতুর ওজন 0·162 ;

$$\therefore \quad \frac{0{\cdot}162}{\text{অক্সিজেনের ওজন}}=\frac{3}{2}$$

বা, অক্সিজেনের ওজন = 0·108 গ্রাম।

∴ নাইট্রেট হইতে উৎপন্ন অক্সাইডের ওজন = (0·162 + 0·108) = 0·270 গ্রাম।

3. Two chlorides of a metal contain 35·9% and 52·8% of chlorine respectively. Show that the results are in accordance with the law of multiple proportions. [H. S. 1963 (Comp.), 1966]

[একটি ধাতুর দুইটি ক্লোরাইড লবণে ক্লোরিনের শতকরা মাত্রা যথাক্রমে 35·9 এবং 52·8 ; দেখাও যে ইহা গুণানুপাত সূত্রসম্মত।]

Ans. প্রথম ক্লোরাইডে ক্লোরিন = 35·9% ; ∴ ধাতু = (100 − 35·9) বা 64·1%

দ্বিতীয় ক্লোরাইডে, ক্লোরিন = 52·8%. ∴ ধাতু = (100 − 52·8) বা 47·2%

প্রথম ক্লোরাইডে,

35·9 গ্রাম ক্লোরিন যুক্ত আছে 64·1 গ্রাম ধাতুর সহিত.

∴ 1 গ্রাম „ $\frac{64{\cdot}1}{35{\cdot}9}$ বা 1·785 গ্রাম ধাতুর সহিত।

দ্বিতীয় ক্লোরাইডে,

52·8 গ্রাম ক্লোরিন যুক্ত আছে 47·2 গ্রাম ধাতুর সহিত,

∴ 1 গ্রাম „ „ $\frac{47{\cdot}2}{52{\cdot}8}$ বা 0·893 গ্রাম ধাতুর সহিত।

সুতরাং, ধাতুর যে দুইটি ওজন নির্দিষ্ট পরিমাণ ক্লোরিনের (এখানে 1 গ্রাম) সহিত যুক্ত হইয়াছে তাহাদের অনুপাত=1.785 : 0.893 অর্থাৎ 2 : 1। ইহা একটি সরল অনুপাত, সুতরাং পরীক্ষার ফল গুণানুপাত সূত্রসম্মত।

4. Carbon forms two gaseous hydrides containing 75 and 80 per cent of carbon respectively. Show that these compositions accord with the law of multiple proportions. [H. S. 1964 (Comp.)]

[কার্বন হাইড্রোজেনের সহিত দুইটি গ্যাসীয় হাইড্রাইড গঠন করে। একটিতে কার্বনের শতকরা মাত্রা 75 ভাগ এবং অপরটিতে 80 ভাগ। দেখাও এই সংযুতি গুণানুপাত সূত্রসম্মত।]

Ans. প্রথম যৌগে, 75 ভাগ কার্বন যুক্ত আছে (100 – 75) বা 25 ভাগ হাইড্রোজেনের সহিত।

$\therefore$ 1 ভাগ কার্বন যুক্ত আছে $\frac{25}{75}$ বা $\frac{1}{3}$ ভাগ হাইড্রোজেনের সহিত।

দ্বিতীয় যৌগে, 80 ভাগ কার্বন যুক্ত আছে (100 – 80) বা 20 ভাগ হাইড্রোজেনের সহিত।

$\therefore$ 1 ভাগ কার্বন যুক্ত আছে $\frac{20}{80}$ বা $\frac{1}{4}$ ভাগ হাইড্রোজেনের সহিত।

সুতরাং, নির্দিষ্ট ওজনের কার্বনের সহিত (এখানে 1 ভাগ) যুক্ত হাইড্রোজেনের ওজন দুইটির অনুপাত=$\frac{1}{3}$: $\frac{1}{4}$ বা 4 : 3, একটি সরল অনুপাত। সুতরাং প্রদত্ত সংযুতি গুণানুপাত সূত্রসম্মত।

5. The five oxides of nitrogen contain respectivly 63.63%, 46.68%, 36.84%, 30.43% and 25.93% by weight of nitrogen. Show that these data illustrate the law of multiple proprotions.

[নাইট্রোজেনের পাঁচটি অক্সাইডে ওজন হিসাবে নাইট্রোজেনের শতকরা মাত্রা যথাক্রমে 63.63, 46.68, 36.84, 30.43 এবং 25.93। এই উপাত্ত যে গুণানুপাত সূত্রের উদাহরণ তাহা দেখাও।]

Ans. প্রথম অক্সাইডে,

63.63 গ্রাম N যুক্ত আছে (100 – 63.63) বা 36.37 গ্রাম O-এর সহিত,

$\therefore$ 1 " " " " $\frac{36.37}{63.63}$ বা .57 গ্রাম O-এর সহিত।

দ্বিতীয় অক্সাইডে,

46·68 গ্রাম N যুক্ত আছে (100 – 46·68) বা 53·32 গ্রাম O-এর সহিত,

∴ 1 " " " " $\frac{53·32}{46·68}$ বা 1·14 গ্রাম O-এর সহিত।

তৃতীয় অক্সাইডে,

36·84 গ্রাম N যুক্ত আছে (100 – 36·84) বা 63·16 গ্রাম O-এর সহিত,

∴ 1 " " " " $\frac{63·16}{36·84}$ বা 1·71 গ্রাম O-এর সহিত।

চতুর্থ অক্সাইডে,

30·43 গ্রাম N যুক্ত আছে (100 – 30·43) বা 69·57 গ্রাম O-এর সহিত।

∴ 1 " " " " $\frac{69·57}{30·43}$ বা 2·28 গ্রাম O-এর সহিত।

পঞ্চম অক্সাইডে,

25·93 গ্রাম N যুক্ত আছে (100 – 25·93) বা 74·07 গ্রাম O-এর সহিত,

∴ 1 " " " " $\frac{74·07}{25·93}$ বা 2·85 বা O-এর সহিত।

পাঁচটি নাইট্রোজেনের অক্সাইডে 1 গ্রাম নাইট্রোজেনের সহিত যুক্ত অক্সিজেনের ওজন যথাক্রমে ·57 গ্রাম, 1·14 গ্রাম, 1·71 গ্রাম, 2·28 গ্রাম ও 2·85 গ্রাম। সুতরাং নির্দিষ্ট ওজনের নাইট্রোজেনের সহিত যুক্ত অক্সিজেনের ওজনগুলির অনুপাত= ·57 : 1·14 : 1·71 : 2·28 : 2·85 বা 1 : 2 : 3 : 4 : 5 (·57 দ্বারা ভাগ করিয়া)।

ইহা একটি সরল অনুপাত ; সুতরাং ইহা গুণানুপাত সূত্রের উদাহরণ।

6· Three oxides of iron contain respectively the following percentages by weight of iron—(i) 77·78, (ii) 70, (iii) 72·41. Are these figures in agreement with the law of multiple proportions ?

[আয়রনের তিনটি অক্সাইডে আয়রনের ওজনের শতকরা পরিমাণ নিম্নরূপ : (i) 77·78, (ii) 70, (iii) 72·41। এই পরিমাণগুলি কি গুণানুপাত সূত্রসম্মত ?]

Ans. প্রথম অক্সাইডে,

77·78 গ্রাম আয়রন যুক্ত আছে (100 – 77·78) বা 22·22 গ্রাম O-এর সহিত।

দ্বিতীয় অক্সাইডে,

70 গ্রাম আয়রন যুক্ত আছে (100 − 70) বা 30 গ্রাম অক্সিজেনের সহিত,

$\therefore$ 77·78 গ্রাম „ „ „ $\frac{30 \times 77{\cdot}78}{70}$ বা 33·33 „ „ „

তৃতীয় অক্সাইডে,

72·41 গ্রাম আয়রন যুক্ত আছে (100 − 72·41) বা 27·59 গ্রাম O-এর সহিত,

$\therefore$ 77·78 গ্রাম „ „ „ $\frac{27{\cdot}59 \times 77{\cdot}78}{72{\cdot}41}$ বা 29·63 গ্রাম O-এর সহিত।

সুতরাং, তিনটি আয়রন-অক্সাইডে 77·78 গ্রাম আয়রনের সহিত সংযুক্ত অক্সিজেনের ওজন যথাক্রমে 22·22 গ্রাম, 33·33 গ্রাম, 29·63 গ্রাম। সুতরাং নির্দিষ্ট ওজনের আয়রনের সহিত সংযুক্ত অক্সিজেনের ওজনগুলির অনুপাত—22·22 : 33·33 : 29·63 বা 1 : 1·5 : 1·33 (22·22 দ্বারা ভাগ করিয়া) বা 6 : 9 : 8 : (6 দ্বারা গুণ করিয়া)। ইহা সরল অনুপাত, সুতরাং পরিমাণগুলি গুণানুপাত সূত্রসম্মত।

[এখানে 77·78 গ্রামকে স্থির ওজন হিসাবে ধরা হইয়াছে।]

7. Two oxides of a metal, on analysis, are found to contain 77·78 and 70·0% of the metal. Show that these results support the law of multiple proportions. [H. S. 1971]

Ans. উপরের 6নং উদাহরণ দেখ, প্রথম দুইটি উপাত্ত (data)।

নির্দিষ্ট ওজনের আয়রনের (এখানে 77·78 গ্রাম ধরা হইয়াছে) সহিত যুক্ত অক্সিজেনের ওজনের অনুপাত = 22·22 : 33·33

= 1 : 1·5 (22·22 দ্বারা ভাগ করিয়া)

= 2 : 3 (2 দ্বারা গুণ করিয়া)। ইহা একটি সরল অনুপাত।

সুতরাং পরীক্ষার সিদ্ধান্ত গুণানুপাত সূত্রটিকে সমর্থন করে।

8. A metal forms two oxides. On heating one gram of each in a current of hydrogen 0·798 g. and 0·888 g. of the metal were formed. Show that the results are in agreement with the law of multiple proportions. [H. S. 1968]

[কোন একটি ধাতুর দুইটি অক্সাইডের প্রত্যেকটির 1 গ্রাম লইয়া পৃথকভাবে হাইড্রোজেন গ্যাসের মধ্যে উত্তপ্ত করিলে 0·798 গ্রাম ও 0·888 গ্রাম ধাতু উৎপন্ন হয়। পরীক্ষার ফল যে গুণানুপাত সূত্রসম্মত তাহা দেখাও।]

Ans. হাইড্রোজেনের গ্যাসের মধ্যে ধাতব অক্সাইড উত্তপ্ত করিলে অক্সিজেন অপসারিত হইয়া ধাতু উৎপন্ন হয়। প্রথম অক্সাইডের ওজন=1 গ্রাম ; উৎপন্ন ধাতুর ওজন=0·798 ∴ প্রথম অক্সাইডে অক্সিজেনের ওজন=(1−0·798) বা 0·202 গ্রা.।

দ্বিতীয় অক্সাইডের ওজন=1 গ্রাম ; উৎপন্ন ধাতুর ওজন=0·888 গ্রাম।

সুতরাং, দ্বিতীয় অক্সাইডে অক্সিজেনের ওজন=(1−0·888) বা 0·112 গ্রাম।

প্রথম অক্সাইডে,

0·202 গ্রাম অক্সিজেন যুক্ত আছে 0·798 গ্রাম ধাতুর সহিত,

∴ 1 গ্রাম " " " $\frac{0·798}{0·202}$ বা 3·95 গ্রাম ধাতুর সহিত।

দ্বিতীয় অক্সাইডে,

0·112 গ্রাম অক্সিজেন যুক্ত আছে 0·888 গ্রাম ধাতুর সহিত।

∴ 1 গ্রাম " " " $\frac{0·888}{0·112}$ বা 7·9 গ্রাম ধাতুর সহিত।

অতএব, নির্দিষ্ট ওজনের অক্সিজেন (অর্থাৎ 1 গ্রাম)-এর সহিত সংযুক্ত ধাতুর ওজন দুইটি যথাক্রমে 3·95 গ্রাম ও 7·9 গ্রাম। সুতরাং ওজন দুইটির অনুপাত= 3·95 : 7·9 বা 1 : 2। ইহা সরল অনুপাত। সুতরাং, পরীক্ষার ফল গুণানুপাত সূত্রসম্মত।

9. A metal forms two oxides in which the percentages of the metal are 79·8 and 88·8 respectively. Show that the results agree with the law of multiple proportions. [H. S. 1962 (Comp.)]

Ans. প্রথম অক্সাইডে ধাতুর ওজন=79·8 ভাগ। সুতরাং উহাতে অক্সিজেনের ওজন=(100−79·8)=20·2 ভাগ। দ্বিতীয় অক্সাইডে ধাতুর ওজন=88·8 ভাগ। সুতরাং উহাতে অক্সিজেনের ওজন=(100−88·8)=11·2 ভাগ।

ইহার পর 8নং উদাহরণের ন্যায়।

10. Two oxides of a metal M when heated to a constant weight in a current of hydrogen gave 0·12585 g. and 0·2264 g. of water respectively per gram of the oxide used. If the formula for the latter be given by MO, find that for the other.

[Cal. I. Sc. 1951 ; H. S. 1973]

[একটি ধাতু M-এর দুইটি অক্সাইডের 1 গ্রাম লইয়া হাইড্রোজেন গ্যাসের মধ্যে উত্তপ্ত করা হইল, যতক্ষণ না উহাদের ওজন নিত্য হয়। ইহাতে ধাতুর অক্সাইড দুইটি হইতে যথাক্রমে 0·12585 গ্রাম ও 0·2264 গ্রাম জল পাওয়া গেল। শেষের অক্সাইডটির সংকেত যদি MO হয়, তবে অপরটির সংকেত নির্ণয় কর।]

Ans. ধাতব অক্সাইড দুইটি হাইড্রোজেন গ্যাসে উত্তপ্ত করিলে ধাতুতে পরিণত হয় এবং উহার অক্সিজেনের সহিত হাইড্রোজেন যুক্ত হইয়া জল উৎপন্ন হয়।

18 গ্রাম জলে (H_2O) অক্সিজেন আছে 16 গ্রাম,

∴ 0·12585 গ্রাম " " " $\frac{16}{18} \times 0{\cdot}12585 = 0{\cdot}1119$ গ্রাম।

এই 0·1119 গ্রাম অক্সিজেন আসে 1 গ্রাম প্রথম অক্সাইড হইতে।

1 গ্রাম প্রথম অক্সাইডে অক্সিজেন = 0·1119 গ্রাম এবং M ধাতু = (1 − 0·1119) বা 0·8881 গ্রাম।

আবার,

0·2264 গ্রাম জলে অক্সিজেন আছে $\frac{16}{18} \times 0{\cdot}2264 = 0{\cdot}2013$ গ্রাম।

∴ 1 গ্রাম দ্বিতীয় অক্সাইডে অক্সিজেন = 0·2013 গ্রাম এবং M ধাতু = (1 − ·2013) = 0·7987 গ্রাম।

দ্বিতীয় অক্সাইডের সংকেত MO অর্থাৎ $\frac{\text{M-এর পরমাণু সংখ্যা}}{\text{অক্সিজেনের পরমাণু সংখ্যা}} = \frac{1}{1}$

$= \frac{0{\cdot}7987 \div x}{0{\cdot}2013 \div 16}$

এখানে x = M-এর পারমাণবিক ওজন, এবং 16 = অক্সিজেনের পারমাণবিক ওজন।

$\therefore \quad x = \frac{0{\cdot}7987}{0{\cdot}2018} \times 16 = 63{\cdot}49$

প্রথম অক্সাইডে, $\frac{\text{M-এর পরমাণু সংখ্যা}}{\text{অক্সিজেনের পরমাণু সংখ্যা}} = \frac{0{\cdot}8881 \div 63{\cdot}49}{0{\cdot}1119 \div 16} = 2 : 1$

সুতরাং, প্রথম অক্সাইডের সংকেত = M_2O।

EXERCISE V

1. Verify the law of multiple proportions with (i) compounds of nitrogen and oxygen (ii) compounds of iron and chlorine.

Ans. (i) নাইট্রোজেন ও অক্সিজেন যুক্ত হইয়া পাঁচটি বিভিন্ন অক্সাইড উৎপন্ন করে। এই অক্সাইডগুলিতে নির্দিষ্ট ওজনের নাইট্রোজেনের সহিত (এখানে 28 ভাগ ধরা হইয়াছে) সংযুক্ত অক্সিজেনের ওজন নিম্নে দেওয়া হইল।

অক্সাইডের নাম	নাইট্রোজেনের ওজন	অক্সিজেনের ওজন
নাইট্রাস অক্সাইড (N_2O)	28	16=16×1
নাইট্রিক অক্সাইড (NO)	28	32=16×1
নাইট্রোজেন ট্রাই-অক্সাইড (N_2O_3)	28	48=16×3
নাইট্রোজেন টেট্রক্সাইড (N_2O_4)	28	64=16×4
নাইট্রোজেন পেণ্টক্সাইড (N_2O_5)	28	80=16×5

সুতরাং নির্দিষ্ট ওজনের নাইট্রোজেনের সহিত যুক্ত অক্সিজেনের ওজনগুলির অনুপাত=1 : 2 : 3 : 4 : 5। ইহা একটি সরল অনুপাত।

(ii) ফেরাস ক্লোরাইডে ($FeCl_2$), 55·8 ভাগ ওজনের আয়রন যুক্ত আছে 2×35·5 ভাগ ওজনের ক্লোরিনের সহিত। ফেরিক ক্লোরাইডে ($FeCl_3$), 55·8 ভাগ ওজনের আয়রন যুক্ত আছে 3×35·5 ভাগ ওজনের ক্লোরিনের সহিত। সুতরাং নির্দিষ্ট ওজনের আয়রনের (55·8 ভাগ) সহিত যুক্ত ক্লোরিনের ওজন দুইটির অনুপাত =2×35·5 : 3×35·5=2 : 3 ইহা সরল অনুপাত।

2. Common salt obtained from sea water contained 60·67% chlorine ; 2·925 g. of common salt from a salt mine contained 1·775 g. of chlorine ; 0·975 g. common salt prepared in the laboratory contained 0·383 g. of sodium. Are these figures in accordance with law of constant proportions ?

3. (i) 5 g. of lead were converted into nitrate which, on decomposition by heat, gave 5·386 g. of lead oxide.

(ii) 3·1 g. of lead were converted into the nitrate, and then into the carbonate, which on ignition gave 3·34 g. of lead oxide.

(iii) 3·75 g. of lead were converted into the hydroxide which was then ignited leaving 4·04 g. of lead oxide.

State whether these data are in agreement with the law of definite proportions.

4. (a) 1·27 g. of copper gave 1·59 g. of CuO ; (b) 1·5875 g. of copper gave 1·9875 g. CuO ; (c) 3·175 g. of copper gave 3·975 g. of CuO. Show that the results support the law of constant proportions.

5. 1 g. of ferrous sulphide contains 0·3647 g. of sulphur. 1 g. of iron is heated with 2 g. sulphur. How much ferrous sulphide is formed and how much sulphur remains unchanged ?

[Ans. 1·574 g. ; 1·426 g.]

6. Hydrogen combines with oxygen to form two different compounds. The prcentages of hydrogen in them are 11·1 and 5·883 respectively. Show that these results agree with the law of multiple proportions.

7. Copper forms two chlorides which contain respectively 52·77% and 35·83% of chlorine. Show that these figures bear out the law of multiple proportions.

8. Two oxides of an element are found to contain 36 84 and 46·67 per cent of the element respectively. Show that these figures illustrate the law of multiple proportions

[Cal. Pre-Univ. 1962]

9. Show that each of the following results is in agreement with the law of multiple proportions—

(a) Two oxides of copper contain 79·89% and 88·82% of copper.

(b) Three oxides of carbon contain 27·27% 42·85% and 52·94% of carbon.

(c) Three oxides of lead contain 7·17%, 9·35% and 13·38% of oxygen.

(d) Iron and chlorine form two compounds ; 5·284 g. of iron combine with 6·699 g. of chlorine. 6·172 g of iron combine with 11·89 g. of chlorine.

(e) Tin forms two chlorides. In one, 1·727 g. of tin combine with 1·03 g. of chlorine. In the other, 2·065 g. of tin combine with 2·465 g. of chlorine.

10. What chemical law is illustrated by the fact that two chlorides of Phosphorus contain respectively 77·45% and 85·11% of chlorine ? Show clearly the reasons for your answer.

11. A metal forms two chlorides containing respectively 65·6 and 55·9 per cent of chlorine. Show that these figures are in accordance with a fundamental law of chemistry and state the law.

12. Three oxides *a*, *b* and *c* of a certain metal were heated to constant weight in a current of pure hydrogen and the water obtained in each case was weighed. The following results were recorded—*a* gave 8·07, *b* gave 11·68 and *c* gave 15·05 per cent of water. Show that the results illustrate the law of multiple proportions. [Cal. I. Sc., 1962]

CHAPTER IX

Compounds of Nitrogen

[নাইট্রোজেনের যৌগসমূহ]

Q. 92. (a) How is ammonia prepared in the laboratory ? How is the gas dried and collected ?

[H. S. 1960, '62, '65 (Comp.), '69 (Comp.), '70]

(b) State the principal properties and uses of Ammonia.

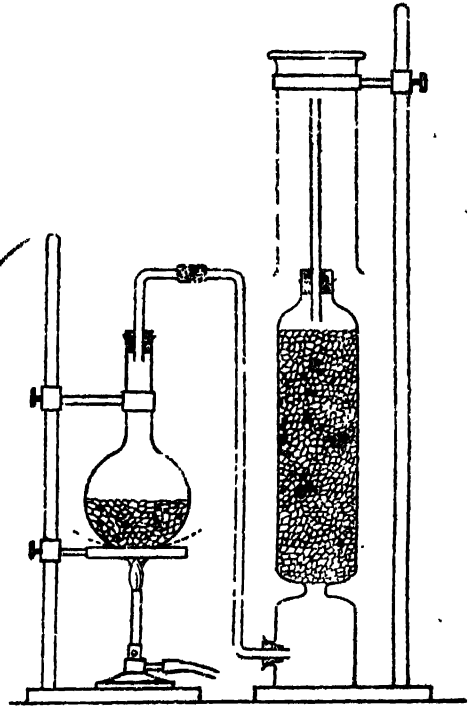
[H. S. 1960 (Comp.) ; 1965 (Comp.)

(c) Why is ammonia dried with lime and not with conc. sulphuric acid or phosphorus pentoxide or fused calcium chloride ?

[(a) ল্যাবরেটরীতে কিরূপে অ্যামোনিয়া প্রস্তুত করা হয় ? কিরূপে এই গ্যাস শুষ্ক করিয়া সংগ্রহ করা হয় ? (b) অ্যামোনিয়ার প্রধান ধর্ম ও ব্যবহার বিবৃত কর। (c) অ্যামোনিয়াকে শুষ্ক করিবার জন্য গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড, ফসফরাস

পেণ্টক্সাইড বা অনার্দ্র ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড ব্যবহার না করিয়া চুন ব্যবহার করা হয় কেন ?]

Ans. **অ্যামোনিয়া প্রস্তুতি**—অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড ও ক্যালসিয়াম হাইড্রক্সাইডের মিশ্রণ উত্তপ্ত করিয়া সাধারণতঃ ল্যাবরেটরীতে অ্যামোনিয়া গ্যাস প্রস্তুত করা হয়। $2NH_4Cl + Ca(OH)_2 = 2NH_3 + CaCl_2 + 2H_2O$।

একটি গোল-তল ফ্লাস্কে অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড ও উহার প্রায় তিনগুণ পরিমাণ শুষ্ক ক্যালসিয়াম হাইড্রক্সাইডের মিশ্রণ লওয়া হয়। ফ্লাস্কের মুখে কর্কের সাহায্যে আটকান একটি বাঁকান নির্গম-নলের অপর প্রান্ত একটি চুন-পূর্ণ স্তম্ভের (lime tower) সহিত যোগ করা থাকে। স্তম্ভের উপরে একটি নলের উপর একটি শুষ্ক গ্যাসজার উপুড় করিয়া বসান থাকে। মিশ্রণটি বুনসেন বার্নারের সাহায্যে উত্তপ্ত করিলে অ্যামোনিয়া গ্যাস উৎপন্ন হয়। উৎপন্ন অ্যামোনিয়া নির্গম-নল দিয়া চুন-স্তম্ভে প্রবেশ করে এবং মিশ্রিত জলীয় বাষ্প চুন দ্বারা শোষিত হয়। অ্যামোনিয়া গ্যাস এইরূপে শুষ্ক হইয়া বায়ুর নিম্ন অপসারণ দ্বারা গ্যাসজারে সঞ্চিত হয়।

34নং চিত্র—অ্যামোনিয়া প্রস্তুতি

অ্যামোনিয়ার ধর্ম—

ভৌত—অ্যামোনিয়া বর্ণহীন, তীব্র ঝাঁঝাল গন্ধ-বিশিষ্ট গ্যাস, বায়ু অপেক্ষা হাল্কা এবং জলে অত্যন্ত দ্রবণীয়। ইহা সহজেই চাপে তরলীভূত হয়।

রাসায়নিক—(i) অ্যামোনিয়া গ্যাস বায়ুতে দাহ্য বা দহনের সহায়ক নহে। অক্সিজেনে ইহা হলুদ শিখার সহিত জ্বলিয়া নাইট্রোজেন ও জল উৎপন্ন করে। $4NH_3+3O_2=2N_2+6H_2O$, (ii) প্লাটিনাম অনুঘটকের সাহায্যে 500°C তাপমাত্রায় অ্যামোনিয়া অক্সিজেন দ্বারা নাইট্রিক অক্সাইডে জারিত হয়। $4NH_3+5O_2=6H_2O+4NO$. (iii) উত্তপ্ত কপার অক্সাইড বা লেড মনোক্সাইডের উপর দিয়া অ্যামোনিয়া প্রবাহিত করিলে ধাতব কপার বা লেড উৎপন্ন হয়। এখানে অ্যামোনিয়া বিজারক দ্রব্যরূপে কার্য করে। $2NH_3+3CuO=3Cu+N_2+3H_2O$। (iv) ক্লোরিন অ্যামোনিয়াকে বিশ্লিষ্ট করিয়া নাইট্রোজেন ও হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড উৎপাদন করে এবং উৎপন্ন হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড অতিরিক্ত অ্যামোনিয়ার সহিত অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড উৎপন্ন করে। $2NH_3+3Cl_2=N_2+6HCl$; $6NH_3+6HCl=6NH_4Cl$। অতিরিক্ত ক্লোরিনে নাইট্রোজেন ট্রাই-ক্লোরাইড উৎপন্ন হয়। $2NH_3+6Cl_2=2NCl_3+6HCl$। (v) উত্তপ্ত সোডিয়ামের উপর অ্যামোনিয়া গ্যাস প্রবাহিত করিলে সোডামাইড এবং হাইড্রোজেন উৎপন্ন হয়। $2Na+2NH_3=2NaNH_2+H_2$। (vi) জলীয় দ্রবণে অ্যামোনিয়া অ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইড উৎপন্ন করে। ইহা বিয়োজিত হইয়া NH^+_4 ও OH^- আয়ন উৎপন্ন করে। $NH_3+H_2O=NH_4OH\rightleftharpoons NH^+_4+OH^-$। ইহা লাল লিটমাস নীল করে এবং বিভিন্ন অ্যাসিডের সহিত লবণ ও জল উৎপন্ন করে। $NH_4OH+HNO_3=NH_4NO_3+H_2O$। (vii) অ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইড ধাতব লবণের দ্রবণে যোগ করিলে উক্ত ধাতুর হাইড্রক্সাইড অধঃক্ষিপ্ত হয়। $FeCl_3+3NH_4OH=Fe(OH)_3+3NH_4Cl$। (viii) ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড, জিংক ক্লোরাইড প্রভৃতির সহিত যুত-যৌগ উৎপন্ন করে। যথা, $CaCl_2, 8NH_3$; $ZnCl_2, 2NH_3$। (ix) নেস্‌লার দ্রবণের সহিত অ্যামোনিয়া বাদামী বর্ণের অধঃক্ষেপ উৎপন্ন করে।

ব্যবহার—(i) সোডিয়াম কার্বনেট ও নাইট্রিক অ্যাসিডের প্রস্তুতিতে, (ii) তরল অ্যামোনিয়া বরফ প্রস্তুতিতে শৈত্য-উৎপাদক হিসাবে, (iii) অ্যামোনিয়াম সালফেট, অ্যামোনিয়াম ফসফেট ইত্যাদি সার (fertiliser) প্রস্তুতিতে, (iv) জলীয় দ্রবণ ল্যাবরেটরীতে বিকারক হিসাবে ব্যবহৃত হয়।

(c) অ্যামোনিয়া ক্ষারজাতীয় পদার্থ। ইহা সালফিউরক অ্যাসিডের সহিত অ্যামোনিয়াম সালফেট, আম্লিক P_2O_5 এবং জলের সহিত অ্যামোনিয়াম ফস্‌ফেট এবং $CaCl_2$-এর সহিত $CaCl_2$, $8NH_3$ যুত-যৌগ উৎপন্ন করে। সুতরাং ইহাদের কোনটি দ্বারা অ্যামোনিয়া শুষ্ক করা যায় না। চুন ক্ষারজাতীয় বলিয়া অ্যামোনিয়ার সহিত ক্রিয়াহীন। সেইজন্য চুন দ্বারা অ্যামোনিয়া গ্যাস শুষ্ক করা হয়।

$$2NH_3+H_2SO_4=(NH_4)_2SO_4$$

$$6NH_3+P_2O_5+3H_2O=2(NH_4)_3PO_4$$

Q. 93. Describe experiments to show that—

(i) ammonia is neither combustible nor supporter of combustion in. air,

(ii) ammonia is lighter than air,

(iii) ammonia is highly soluble in water and the aqueous solution is alkaline, [H. S. 1962 ; '63, '65, '69, (Comp.)]

(iv) ammonia burns is oxygen,

[H. S. 1962, 1963 ; 1965 (Comp.)]

(v) ammonia contains nitrogen and hydrogen.

[পরীক্ষার সাহায্যে দেখাও যে (i) বায়ুতে অ্যামোনিয়া গ্যাস দাহ্য ও দহনের সহায়ক নহে, (ii) অ্যামোনিয়া বায়ু অপেক্ষা হাল্‌কা, (iii) অ্যামোনিয়া জলে অত্যন্ত দ্রবণীয় এবং জলীয় দ্রবণ ক্ষারীয়, (iv) অ্যামোনিয়া গ্যাস অক্সিজেনে জ্বলে, (v) অ্যামোনিয়া নাইট্রোজেন ও হাইড্রোজেন লইয়া গঠিত।]

Ans. (i) একটি অ্যামোনিয়া-পূর্ণ গ্যাস-জার উপুড় করিয়া উহার ভিতর একটি জলন্ত কাঠি প্রবেশ করান হইল। দেখা যায়, জলন্ত কাঠি নিভিয়া যায় এবং গ্যাস জ্বলে না। সুতরাং, অ্যামোনিয়া বায়ুতে দাহ্য নহে বা দহনের সহায়ক নহে।

(ii) একটি খালি অর্থাৎ বায়ু-পূর্ণ গ্যাস-জার একটি অ্যামোনিয়া-পূর্ণ গ্যাস-জারের মুখের উপর বসাইয়া ঢাকনি সরান হইল। কিছুক্ষণ পরে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডে সিক্ত একটি কাচ-দণ্ড উপরের জারের মুখে ধরিলে দেখা যায় যে, ঘন সাদা ধোঁয়া উৎপন্ন হয়। অ্যামোনিয়া হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের সহিত অ্যামোনিয়াম

ক্লোরাইডের সাদা ধোঁয়া সৃষ্টি করে। $NH_3+HCl=NH_4Cl$। সুতরাং, বুঝা যায় যে নীচের গ্যাস-জারের অ্যামোনিয়া বায়ু অপেক্ষা হাল্‌কা বলিয়া উপরে চলিয়া গিয়াছে। অতএব, অ্যামোনিয়া বায়ু অপেক্ষা হাল্‌কা।

(ii) একটি শুষ্ক গোল-তল ফ্লাস্ক অ্যামোনিয়া গ্যাস দ্বারা পূর্ণ করা হয়। ফ্লাস্কের মুখে কর্কের সাহায্যে একটি স্টপ-কক্‌যুক্ত কাচ নল লাগান থাকে। একটি পাত্রে লাল লিটমাস দ্রবণ লইয়া কাচ নলের বাহিরের প্রান্ত উহাতে ডুবাইয়া স্টপ-কক্‌টি খুলিয়া দেওয়া হয়। ফ্লাস্কটি শীতল জল দিয়া ঠাণ্ডা করিলে লাল লিটমাস দ্রবণ কাচ-নলের মধ্য দিয়া ফ্লাস্কে প্রবেশ করে এবং অ্যামোনিয়ার সংস্পর্শে উহার বর্ণ নীল হইয়া যায়। অ্যামোনিয়া জলে দ্রুত দ্রবীভূত হয় এবং ফ্লাস্কের ভিতরের চাপ কমিয়া যাওয়ায় লাল লিটমাস দ্রবণ বেগে ফোয়ারার আকারে ফ্লাস্কের ভিতর ছড়াইয়া পড়ে এবং সঙ্গে সঙ্গে লিটমাস দ্রবণের বর্ণ নীল হইয়া যায়। এই পরীক্ষায় প্রমাণ হয় যে, অ্যামোনিয়া জলে অত্যন্ত দ্রবণীয় এবং উহার জলীয় দ্রবণ ক্ষারীয়।

(iv) একটি চওড়া কাচের নলের এক মুখ রবার-কর্ক দ্বারা বন্ধ করিয়া উহার ভিতর দিয়া দুইটি সরু কাচ-নল প্রবেশ করান হয়। সরু কাচ-নল দুইটির একটি চওড়া কাচ নলের অপর খোলা মুখ পর্যন্ত এবং দ্বিতীয়টি কর্কের কিছু উপর পর্যন্ত পৌঁছায়। লম্বা কাচ-নলের মধ্য দিয়া শুষ্ক অ্যামোনিয়া ও ছোট কাচ-নলের মধ্য দিয়া অক্সিজেন প্রবেশ করান হয়। বড় নলের মুখে অ্যামোনিয়া গ্যাস জ্বালাইয়া দিলে ইহা হলুদ বর্ণের শিখার সহিত জ্বলিতে থাকে। দহনের ফলে নাইট্রোজেন ও জল উৎপন্ন হয়। $4NH_3+3O_2=2N_2+6H_2O$।

(v) একটি শক্ত কাচের মোটা নলে কালো কিউপ্রিক অক্সাইড রাখিয়া বুনসেন বার্নারের সাহায্যে উত্তপ্ত করা হয়। মোটা-নলের এক প্রান্ত হইতে বিশুদ্ধ ও শুষ্ক অ্যামোনিয়া গ্যাস উত্তপ্ত কিউপ্রিক অক্সাইডের উপর দিয়া প্রবাহিত করান হয়। মোটা নলের অপর প্রান্তে একটি নির্গম নল যুক্ত থাকে। অ্যামোনিয়া ও উত্তপ্ত কিউপ্রিক অক্সাইডের বিক্রিয়ায় উৎপন্ন গ্যাস নির্গম নল দিয়া বাহির হইয়া আসে এবং এই গ্যাস জলের অপসারণ দ্বারা গ্যাস জারে সঞ্চিত হয়। এই গ্যাস অত্যন্ত নিষ্ক্রিয়. ইহার মধ্যে জ্বলন্ত শলাকা নিভিয়া যায় এবং ইহাতে ম্যাগনেসিয়াম উত্তপ্ত করিলে ম্যাগনেসিয়াম নাইট্রাইড উৎপন্ন হয়। সুতরাং, নির্গত গ্যাসটি নাইট্রোজেন।

কিউপ্রিক অক্সাইড দ্বারা অ্যামোনিয়া নাইট্রোজেনে জারিত হইয়াছে। $3CuO + 2NH_3 = 3Cu + 3H_2O + N_2$।

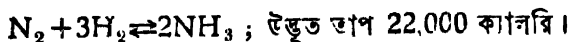
একটি শক্ত কাচের মোটা নলে সোডিয়াম রাখিয়া বুনসেন বার্নারের সাহায্যে উত্তপ্ত করা হয়। মোটা নলের এক প্রান্ত হইতে বিশুদ্ধ শুষ্ক অ্যামোনিয়া গ্যাস গলিত সোডিয়ামের উপর দিয়া প্রবাহিত করান হয়। মোটা নলের অপর প্রান্তে একটি সরু নল লাগান আছে। বিক্রিয়ায় উৎপন্ন গ্যাস এই নল দিয়া বাহির হয়। নির্গত গ্যাসের মধ্যে জ্বলন্ত শলাকা ধরিলে নিভিয়া যায় কিন্তু গ্যাস নীলাভ শিখার সহিত জ্বলিতে থাকে। সুতরাং, নির্গত গ্যাস হাইড্রোজেন। উত্তপ্ত সোডিয়াম ও অ্যামোনিয়া বিক্রিয়া করিয়া সোডামাইড ও হাইড্রোজেন উৎপন্ন হয়। $2Na + 2NH_3 = 2NaNH_2 + H_2$।

এই পরীক্ষা দুইটিতে প্রমাণিত হয় যে অ্যামোনিয়াতে নাইট্রোজেন ও হাইড্রোজেন আছে।

Q. 91. Describe how ammonia is manufactured by Haber's synthetic process. [H. S. 1963; '65, 1972]

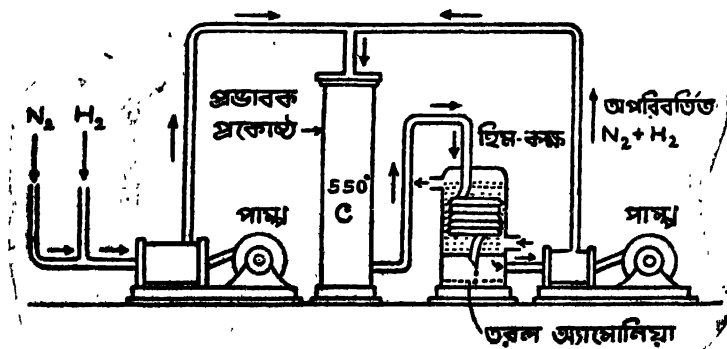
[হেবারের সাংশ্লেষিক প্রণালীতে অ্যামোনিয়ার শিল্প-প্রস্তুতি বর্ণনা কর।]

Ans. নীতি: উপযুক্ত চাপে ও তাপমাত্রায় অনুঘটকের (catalyst) উপস্থিতিতে নাইট্রোজেন ও হাইড্রোজেন সরাসরি যুক্ত হইয়া অ্যামোনিয়া গ্যাস উৎপন্ন করে।

$$N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$$; উদ্ভূত তাপ 22,000 ক্যালরি।

এই প্রণালীতে সর্বাধিক পরিমাণ অ্যামোনিয়া পাইতে হইলে নিম্নলিখিত শর্তগুলি পূরণ করা প্রয়োজন।

(i) বিশুদ্ধ ও শুষ্ক নাইট্রোজেন এবং হাইড্রোজেন যথাক্রমে আয়তনের 1 : 3 অনুপাতে মিশ্রিত করিতে হয়। (ii) বিক্রিয়াটি তাপ-মোচী বলিয়া তাপমাত্রার বৃদ্ধির সহিত অ্যামোনিয়ার উৎপাদন হ্রাস পায়। অ্যামোনিয়ার উৎপাদন বৃদ্ধির জন্য তাপমাত্রা হ্রাস করিলে বিক্রিয়ার গতি মন্থর হইয়া পড়ে। সুতরাং, তাপমাত্রা এমন এক পর্যায়ে রাখা হয়, যাহাতে বিক্রিয়ার গতি খুব মন্থর হয় না, অথচ অ্যামোনিয়ার মোট উৎপাদনও ভাল হয়। এক্ষেত্রে এইরূপ উপযোগী তাপমাত্রা (optimum

temperature) হইতেছে 550°C। (iii) বিক্রিয়াটিকে সহজ ও দ্রুত করিবার জন্য লৌহচূর্ণ অনুঘটক-রূপে ব্যবহার করা হয়। লৌহচূর্ণের অনুঘটন-ক্রিয়া বৃদ্ধি করিবার জন্য উহার সহিত মলিব্‌ডেনাম (Molybdenum) চূর্ণ মিশ্রিত করা হয়। (iv) বিক্রিয়ার ফলে আয়তনের সংকোচন হয় বলিয়া উচ্চচাপে অ্যামোনিয়া উৎপাদন বেশী হয়। বায়ুমণ্ডলের চাপের দুই শতগুণ চাপে (বা কোন কোন ক্ষেত্রে প্রায় এক হাজার গুণ চাপে) গ্যাস দুইটির সংযোগ ঘটান হয়। (v) বিক্রিয়াটি উভমুখী। সেইজন্য অ্যামোনিয়া উৎপন্ন করিবার সঙ্গে সঙ্গে উহাকে জলে দ্রবীভূত করিয়া বা চাপ-প্রয়োগে তরল করিয়া বিক্রিয়ার আওতা হইতে অপসারিত করা হয়। (vi) অপরিবর্তিত নাইট্রোজেন ও হাইড্রোজেন পুনরায় ব্যবহৃত হয়।

প্রস্তুতি : 1 : 3 আয়তনের অনুপাতে বিশুদ্ধ ও শুষ্ক নাইট্রোজেন ও হাইড্রোজেনের মিশ্রণ পাম্পের সাহায্যে 200 গুণ বায়ুমণ্ডলের চাপে ক্রোম-ভ্যানাডিয়াম স্টীলের তৈয়ারী অনুঘটক-প্রকোষ্ঠে (catalyst chamber) পাঠান হয়। এই প্রকোষ্ঠে একটি নলের মধ্যে ছোট ছোট তাকের উপর উদ্দীপক (promoter) মলিব্‌ডেনাম-চূর্ণ মিশ্রিত বিশুদ্ধ লৌহচূর্ণ-অনুঘটক তড়িতের সাহায্যে উত্তপ্ত করিয়া

33 নং চিত্র—হেবার প্রণালী

550°C তাপমাত্রায় রাখা হয়। বিক্রিয়ায় তাপের উদ্ভব হয় বলিয়া পরে আর বাহির হইতে তাপ-প্রয়োগের প্রয়োজন হয় না। গ্যাস-মিশ্রণ প্রকোষ্ঠে প্রবেশ করিয়া প্রথমে উত্তপ্ত নলের বাহির দিকে প্রবাহিত হইয়া উত্তপ্ত হয় এবং পরে নল বাহিয়া অনুঘটকের উপর দিয়া প্রবাহিত হয়। নাইট্রোজেন ও হাইড্রোজেন সংযুক্ত

হইয়া অ্যামোনিয়া গ্যাস উৎপন্ন হয়। প্রকোষ্ঠ হইতে নির্গত গ্যাস-মিশ্রণ (প্রায় 12% অ্যামোনিয়া এবং অপরিবর্তিত নাইট্রোজেন ও হাইড্রোজেন) অতঃপর শীতল করিয়া উচ্চচাপে অ্যামোনিয়াকে তরলে পরিণত করা হয় এবং তরল অ্যামোনিয়া নীচের পাত্রে সঞ্চিত হয়। অপরিবর্তিত নাইট্রোজেন ও হাইড্রোজেন পাম্পের সাহায্যে নূতন গ্যাস-মিশ্রণের সহিত মিশ্রিত করিয়া পুনরায় অনুঘটক-প্রকোষ্ঠে পাঠান হয়।

তরল বায়ুর আংশিক পাতনের সাহায্যে নাইট্রোজেন এবং কষ্টিক সোডা দ্রবণের তড়িৎ-বিশ্লেষণ দ্বারা হাইড্রোজেন, অথবা ওয়াটার গ্যাস ($CO+H_2$) এবং প্রোডিউসার গ্যাসের ($CO+N_2$) মিশ্রণ হইতে প্রয়োজনীয় নাইট্রোজেন ও হাইড্রোজেনের মিশ্রণ সংগ্রহ করা হয়।

Q. 95. Explain the principle involved in the use of ammonia in ice-making machinery and in refrigerator.

[বরফকলে এবং রেফ্রিজারেটরে অ্যামোনিয়া ব্যবহারের নীতি ব্যাখ্যা কর।]

Ans. সাধারণ তাপমাত্রায় শুষ্ক অ্যামোনিয়া গ্যাসকে সংকোচন পাম্পের সাহায্যে চাপ দিয়া তরল অ্যামোনিয়ায় পরিণত করা হয়। তরল অ্যামোনিয়া বাষ্পীভূত হইতে দিলে বাষ্পীভবনের সময় তাপ শোষণ করিয়া অ্যামোনিয়ার তাপমাত্রা —33° সেন্টিগ্রেডে নামিয়া যায়। এইরূপে শীতলতার সৃষ্টি করিয়া জলকে জমাইয়া বরফে পরিণত করা হয় :

চাপ প্রয়োগে অ্যামোনিয়াকে প্রথমে তরলে পরিণত করিয়া কুণ্ডলীকৃত নলের মধ্য দিয়া তরল অ্যামোনিয়া প্রবাহিত করান হয়। চাপের ফালে তরল অ্যামোনিয়ার তাপমাত্রা কিছুটা বৃদ্ধি পায় বলিয়া ঐ কুণ্ডলীকৃত নল শীতল জল দ্বারা ঠাণ্ডা করা হয়। শীতল-তরল অ্যামোনিয়াকে অতঃপর একটি বাঁকা নলপথে চালিত করা হয়। এই বাঁকা নলটি একটি জলাধারে ডুবান থাকে। এই জলাধারের মধ্যে লবণাক্ত জল থাকে এবং তাহার মধ্যে পরিস্রুত জল-ভরা চৌকাণা ট্যাংক থাকে। তরল অ্যামোনিয়া বাঁকা নলে চলিবার সময় প্রসারিত হয় এবং তাড়াতাড়ি বাষ্পীভূত হয়। ফলে লবণ-জলের তাপমাত্রা শূন্য ডিগ্রীর অনেক নীচে নামিয়া যায় এবং চারিকোণা ট্যাংকের পরিস্রুত জল জমিয়া বরফে পরিণত হয়। বাঁকা নলে যে অ্যামোনিয়া বাষ্পীভূত হয় তাহাকে চাপ দিয়া তরল করিয়া পুনরায় ব্যবহার করা হয়।

খাদ্যদ্রব্য এবং ঔষধ ইত্যাদি যাহাতে নষ্ট না হয় সেইজন্য উহাদের ঠাণ্ডায় হিমায়কযন্ত্রে বা রেফ্রিজারেটরে (refrigerator) রাখা হয়। রেফ্রিজারেটরে শীতলতা সৃষ্টির জন্য তরল অ্যামোনিয়া ব্যবহার করা হয়। ইহার নীতিও একই রকম।

Q. 96. What are ammonium salts? What are their general properties? Describe the preparation and mention the uses (H. S. 1966) of some important ammonium compounds How are the ammonium salts detected?

[অ্যামোনিয়াম লবণ কি? উহাদের সাধারণ ধর্ম কি? কয়েকটি প্রয়োজনীয় লবণের প্রস্তুতি বর্ণনা কর এবং উহাদের ব্যবহার উল্লেখ কর। অ্যামোনিয়াম লবণ কিরূপে সনাক্ত করা হয়?]

Ans. অ্যামোনিয়াম লবণ—অ্যামোনিয়া ক্ষারক পদার্থ। ইহা বিভিন্ন অ্যাসিডের সহিত যুক্ত হইয়া যে সকল লবণ উৎপন্ন করে তাহাদিগকে অ্যামোনিয়াম লবণ বলে। অ্যামোনিয়া খুব মৃদু ক্ষারক হইলেও ইহার লবণগুলি খুব স্থায়ী প্রকৃতির। $NH_3+HCl=NH_4Cl$। (অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড): $2NH_3+H_2SO_4=(NH_4)_2SO_4$ (অ্যামোনিয়াম সালফেট) ইত্যাদি।

ধর্ম—অ্যামোনিয়াম লবণগুলি সাদা স্ফটিকাকার পদার্থ, জলে অত্যন্ত দ্রবণীয়। জলীয় দ্রবণে পরাবিদ্যুৎবাহী NH_4^+ আয়ন এবং অন্যান্য অপরাবিদ্যুৎবাহী আয়নে বিয়োজিত হয়। $NH_4Cl \rightleftharpoons NH_4^+ + Cl^-$, $(NH_4)_2SO_4 \rightleftharpoons 2NH_4^+ + SO_4^{--}$ ক্ষারের সহিত বিক্রিয়ায় ইহারা অ্যামোনিয়া উৎপন্ন করে। $NH_4Cl+NaOH=NaCl+H_2O+NH_3$। অ্যামোনিয়াম লবণ অল্প উদ্বায়ী এবং তাপের প্রভাবে উৎক্ষিপ্ত হয়। তাপের প্রভাবে কতকগুলি লবণ বিযোজিত (decompose) হয় এবং কতকগুলি আবার বিয়োজিত (dissociate) হয়। $NH_4NO_3=N_2O+2H_2O$; $NH_4Cl \rightleftharpoons NH_3+HCl$।

অ্যামোনিয়াম লবণের মধ্যে অ্যামোনিয়াম সালফেট, অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড, অ্যামোনিয়াম নাইট্রেট বিশেষ প্রয়োজনীয় লবণ। অ্যামোনিয়া পৃথকভাবে H_2SO_4, HCl, HNO_3 দ্বারা প্রশমিত হইয়া যথাক্রমে এই লবণগুলি উৎপন্ন করে। কিন্তু সাধারণতঃ অ্যামোনিয়াম সালফেট হইতে অন্যান্য লবণগুলি প্রস্তুত করা হয়।

প্রস্তুতি—(i) অ্যামোনিয়াম সালফেট—চূর্ণ জিপসাম্ (gypsum

$CaSO_4 2H_2O$) জলে প্রলম্বিত অবস্থায় রাখিয়া উহার মধ্যে অ্যামোনিয়া ও কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্যাস প্রবাহিত করিলে অ্যামোনিয়াম সালফেট ও ক্যালসিয়াম কার্বনেট উৎপন্ন হয়। অদ্রবণীয় ক্যালসিয়াম কার্বনেট ফিল্টার করিয়া পৃথক করা হয়। পরিস্রুত অ্যামোনিয়াম সালফেটের জলীয় দ্রবণ বাষ্পীভূত করিয়া কঠিন অ্যামোনিয়াম সালফেট পাওয়া যায়।

$$CaSO_4 + 2NH_3 + CO_2 + H_2O = CaCO_3 + (NH_4)_2SO_4$$

ব্যবহার—জমির সাররূপে এবং অন্যান্য অ্যামোনিয়াম লবণ প্রস্তুতিতে ইহা ব্যবহৃত হয়।

(ii) **অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড**—অ্যামোনিয়াম সালফেট দ্রবণের সহিত তুল্য-পরিমাণ সোডিয়াম ক্লোরাইড মিশাইয়া ফুটাইলে সোডিয়াম সালফেট ও অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড উৎপন্ন হয়। $(NH_4)_2SO_4 + 2NaCl = Na_2SO_4 + 2NH_4Cl$। সোডিয়াম সালফেটের দ্রাব্যতা কম বলিয়া সহজেই কেলাসরূপে পৃথক করা যায়। শেষ-দ্রব শীতল করিলে অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইডের কেলাস পৃথক হয়। পুনঃ কেলাসন বা ঊর্ধ্বপাতন প্রণালীতে ইহা বিশুদ্ধ করা হয়।

ব্যবহার—দন্তালিপিতে, ঝাল দিতে, শুষ্ক ব্যাটারীতে, রঞ্জনশিল্পে ও ল্যাবরেটরীতে অজৈব লবণ-বিশ্লেষণে অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড ব্যবহৃত হয়।

(iii) **অ্যামোনিয়াম নাইট্রেট**—অ্যামোনিয়াম সালফেট ও সোডিয়াম নাইট্রেটের জলীয় দ্রবণ উত্তপ্ত করিলে বিপরিবর্ত ক্রিয়ার ফলে সোডিয়াম সালফেট ও অ্যামোনিয়াম নাইট্রেট উৎপন্ন হয়। $(NH_4)_2SO_4 + 2NaNO_3 = Na_2SO_4 + 2NH_4NO_3$। সোডিয়াম সালফেটের দ্রাব্যতা কম বলিয়া ইহা প্রথমে কেলাসরূপে পৃথক করা হয়। শেষ-দ্রব হইতে অ্যামোনিয়াম নাইট্রেট কেলাসিত করা হয়।

ব্যবহার—বিস্ফোরক পদার্থ প্রস্তুতির জন্য এবং জমির সার হিসাবে ইহা ব্যবহৃত হয়।

সনাক্তকরণ—(i) অ্যামোনিয়াম লবণকে কষ্টিক সোডা বা চুন দ্বারা উত্তপ্ত করিলে ঝাঁঝাল গন্ধবিশিষ্ট অ্যামোনিয়া গ্যাস নির্গত হয়—এই গ্যাসে HCl-সিক্ত কাচের শলাকা ধরিলে সাদা ঘন ধোঁয়ার সৃষ্টি হয়। (ii) অ্যামোনিয়াম লবণ নেস্লার-দ্রবণের সহিত বাদামী বর্ণের অধঃক্ষেপ উৎপন্ন করে।

Q. 97. Describe, with short notes and equations, what happens when ammonium hydroxide is gradually added to the following salt solutions :—

[নিম্নলিখিত লবণের দ্রবণে অ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইড ক্রমশঃ মিশাইলে কি ঘটে তাহা সংক্ষিপ্ত টীকা ও সমীকরণ সহ বর্ণনা কর ।]

Ferric chloride, Aluminium sulphate, Copper sulphate, Zinc sulphate, Magnesium sulphate.

Ans. (i) ফেরিক ক্লোরাইড দ্রবণে অ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইড মিশাইলে বাদামী বর্ণের ফেরিক হাইড্রক্সাইড অধঃক্ষিপ্ত হয় এবং অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড উৎপন্ন হয়। $FeCl_3+3NH_4OH=Fe(OH)_3+3NH_4Cl$.

(ii) সাদা আঠালো অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রক্সাইড অধঃক্ষিপ্ত হয় এবং অ্যামোনিয়াম সালফেট উৎপন্ন হয়। $Al_2(SO_4)_3+6NH_4OH=2Al(OH)_3+3(NH_4)_2SO_4$ ।

(iii) প্রথমে বেসিক কপার সালফেটের নীলাভ সাদা অধঃক্ষেপ আসে। অতিরিক্ত অ্যামোনিয়ায় এই অধঃক্ষেপ দ্রবীভূত হইয়া দ্রবণীয় কিউপ্রি-অ্যামোনিয়াম সালফেট উৎপন্ন হয় এবং দ্রবণের বর্ণ গাঢ় নীল হয়। $2CuSO_4+2NH_4OH=CuSO_4Cu(OH)_2+(NH_4)_2SO_4$; $CuSO_4, Cu(OH)_2+(NH_4)_2SO_4+6NH_4OH=2[Cu(NH_3)_4]SO_4+8H_2O$.

(iv) সাদা জিংক হাইড্রক্সাইড অধঃক্ষিপ্ত হয়। $ZnSO_4+2NH_4OH=Zn(OH)_2+(NH_4)SO_4$ । অতিরিক্ত অ্যামোনিয়ায় জটিল লবণ, জিংক অ্যামিন সালফেট [$Zn(NH_3)_4]SO_4$ উৎপন্ন করিয়া দ্রবীভূত হইয়া যায়।

(v) সাদা ম্যাগনেসিয়াম হাইড্রক্সাইড অধঃক্ষিপ্ত হয় এবং অ্যামোনিয়াম সালফেট উৎপন্ন হয়। $MgSO_4+2NH_4OH=Mg(OH)_2+(NH_4)_2SO_4$ ।

Q. 98. State, with equations what happens when—

(i) ammonia burns in oxygen, (ii) a mixture of ammonia and air is passed over heated platinum gauze, (iii) ammonia gas is passed over heated cupric oxide (H.S. 1970), (iv) ammonia reacts with chlorine (H.S. '70), (v) ammonia is passed over heated sodium (H.S. 1970, '72) and the resulting product treated with water,

(vi) ammonia and carbon dioxide are passed into a suspension of gypsum in water, (vii) the gas obtained by heating ammonium nitrite is led into a tube containing red-hot magnesium ; the product is then treated with water, (viii) a mixture of ammonium chloride and sodium nitrite is heated, (ix) ammonia gas is separately passed into water and sulphuric acid. (x) ammonium chlorine is heated (1971), (xi) ammonium nitrate is heated (1971).

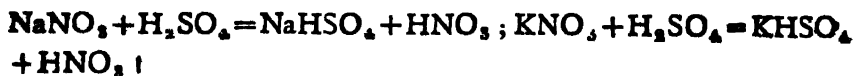
Ans. (i) 92 (b) নং প্রশ্নোত্তরে "রাসায়নিক ধর্ম"-এর (i) দেখ। (ii) ঐ প্রশ্নের (ii) অংশ দেখ। (iii) ঐ প্রশ্নের (iii) অংশ দেখ। অ্যামোনিয়া জারিত হইয়া নাইট্রোজেনে পরিণত হয়। (iv) ঐ প্রশ্নের (iv) অংশ দেখ। (v) ঐ প্রশ্নের (v) অংশ দেখ। উৎপন্ন সোডামাইড জলের সহিত ক্রিয়া করিয়া অ্যামোনিয়া ও কষ্টিক সোডা উৎপন্ন করে। $NaNH_2+H_2O=NH_3+NaOH$। (vi) 96 নং প্রশ্নোত্তরে অ্যামোনিয়াম সালফেটের প্রস্তুতি দেখ। (vii) 38 নং প্রশ্নোত্তরে নাইট্রোজেনের প্রস্তুতি ও রাসায়নিক ধর্ম দেখ। (viii) 38 নং প্রশ্নোত্তরে নাইট্রোজেনের প্রস্তুতি দেখ। (ix) অ্যামোনিয়া জলে পরিচালিত করিলে অ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইড উৎপন্ন করিয়া দ্রবীভূত হয়। $NH_3+H_2O=NH_4OH$। অ্যামোনিয়া ক্ষারক দ্রব্য বলিয়া সালফিউরিক অ্যাসিডের সহিত অ্যামোনিয়া সালফেট লবণ উৎপন্ন করে। $2NH_3+H_2SO_4=(NH_4)_2SO_4$। (x) অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড তাপে বিযোজিত হইয়া অ্যামোনিয়া ও হাইড্রোজেন ক্লোরাইড উৎপন্ন হয়। $NH_4Cl=NH_3+HCl$ (xi) অ্যামোনিয়াম নাইট্রেট তাপে বিযোজিত হইয়া নাইট্রাস অক্সাইড ও জল উৎপন্ন হয়। $NH_4NO_3=N_2O+2H_2O$।

Q. 99. (a) How is nitric acid prepared in the laboratory ?
[H.S. 1960 (Comp.); '63 (Comp.); 1965; '67 (Comp.); '70(Comp.)]

(b) State its important properties and uses.

[ল্যাবরেটরীতে নাইট্রিক অ্যাসিড কিরূপে প্রস্তুত করা হয় ? ইহার প্রধান ধর্মগুলি ও ব্যবহার বিবৃত কর।]

Ans. (a) প্রস্তুতি : গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডের সহিত সোডিয়াম নাইট্রেট বা পটাসিয়াম নাইট্রেট উত্তপ্ত করিয়া ল্যাবরেটরীতে নাইট্রিক অ্যাসিড প্রস্তুত করা হয়।

$NaNO_3+H_2SO_4=NaHSO_4+HNO_3$; $KNO_3+H_2SO_4=KHSO_4+HNO_3$ ।

একটি কাচের বকযন্ত্রে গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড ও সোডিয়াম নাইট্রেট বা পটাসিয়াম নাইট্রেট সমপরিমাণে মিশ্রিত করিয়া বকযন্ত্রটি বুনসেন বার্নারের সাহায্যে

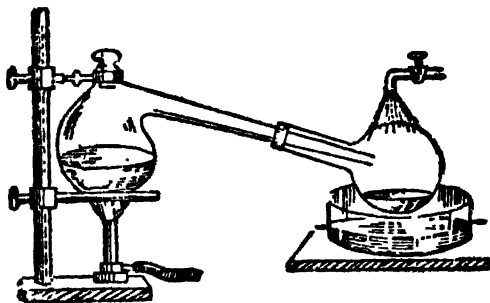



Fig. 5

36 নং চিত্র—নাইট্রিক অ্যাসিড প্রস্তুতি

প্রায় 200°C পর্যন্ত উত্তপ্ত করা হয়। বকযন্ত্রের গলাটি গ্রাহকের মধ্যে প্রবেশ করান থাকে এবং গ্রাহক একটি শীতল জলের পাত্রে আংশিক ডুবানো থাকে এবং উহার উপর কল হইতে শীতল জল ঢালা হয়। উদ্বায়ী নাইট্রিক অ্যাসিড বাষ্পের আকারে শীতল গ্রাহকে প্রবেশ করে এবং ঘনীভূত হইয়া ঈষৎ হলুদ বর্ণের তরলে পরিণত হয়।

বিশুদ্ধিকরণ—এইরূপে প্রস্তুত নাইট্রিক অ্যাসিডে জল ও নাইট্রোজেন ডাই-অক্সাইড দ্রবীভূত থাকে এবং ইহার বর্ণ হলুদ হয়। গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডের সাহায্যে উহাকে পাতিত করা হয় এবং গরম অবস্থায় পুনঃপাতিত অ্যাসিডে বায়ু বুদ্বুদাকারে প্রবাহিত করান হয়। বর্ণহীন তরলরূপে নাইট্রিক অ্যাসিড পাওয়া যায়।

(b) নাইট্রিক অ্যাসিডের ধর্ম—(i) বিশুদ্ধ নাইট্রিক অ্যাসিড বর্ণহীন তরল পদার্থ, ঘনত্ব 1.52। ইহা জলে যে কোন অনুপাতে দ্রবণীয়।

(ii) নাইট্রিক অ্যাসিড একটি তীব্র এক্ক্ষারীয় অ্যাসিড, জলীয় দ্রবণে প্রায় সম্পূর্ণরূপে আয়নিত থাকে। $HNO_3=H^++NO_3^-$। ইহা নীল লিটমাস দ্রবণ লাল করে এবং ক্ষারের সহিত বিক্রিয়ায় লবণ ও জল উৎপন্ন করে। $HNO_3+KOH=KNO_3+H_2O$। কার্বনেট ও বাই-কার্বনেট লবণ হইতে কার্বন ডাই-অক্সাইড নির্গত করে। $Na_2CO_3+2HNO_3=CO_2+2NaNO_3+H_2O$।

(iii) উত্তাপে নাইট্রিক অ্যাসিড জল, নাইট্রোজেন ডাই-অক্সাইড ও অক্সিজেনে বিযোজিত হয়। $4HNO_3 = 2H_2O + 4NO_2 + O_2$ ।

(iv) ইহা একটি শক্তিশালী জারক দ্রব্য। উত্তপ্ত নাইট্রিক অ্যাসিড কার্বনকে কার্বন ডাই-অক্সাইডে জারিত করে। এখানে কার্বনের সহিত অক্সিজেন যুক্ত হইয়াছে। $C + 4HNO_3 = CO_2 + 4NO_2 + 2H_2O$ । উত্তপ্ত নাইট্রিক অ্যাসিড সালফারকে সালফিউরিক অ্যাসিডে জারিত করে। $S + 6HNO_3 = H_2SO_4 + 6NO_2 + 2H_2O$ ।

(v) তার্পিন তৈল, কোহল ইত্যাদি জৈব পদার্থ নাইট্রিক অ্যাসিডের সংস্পর্শে জ্বলিয়া উঠে এবং জারিত হয়। (vi) প্রায় সকল ধাতু (গোল্ড, প্লাটিনাম প্রভৃতি ব্যতীত) নাইট্রিক অ্যাসিডের সহিত বিক্রিয়া করিয়া ধাতুর নাইট্রেটে পরিণত হয় এবং তাপমাত্রা, অ্যাসিডের গাঢ়তা প্রভৃতির তারতম্যের উপর নির্ভর করিয়া নাইট্রোজেনের বিভিন্ন অক্সাইড ও অ্যামোনিয়া উৎপন্ন হয়। কয়েকটি সমীকরণ দেওয়া হইল। গাঢ় ও উষ্ণ অ্যাসিডে, $Cu + 4HNO_3 = Cu(NO_3)_2 + 2NO_2 + 2H_2O$; $Zn + 4HNO_3 = Zn(NO_3)_2 + 2NO_2 + 2H_2O$ । শীতল ও নাতি গাঢ় অ্যাসিডে, $3Cu + 8HNO_3 = 3Cu(NO_3)_2 + 4H_2O + 2NO$ । শীতল ও লঘু অ্যাসিডে, $4Zn + 10HNO_3 = 4Zn(NO_3)_2 + 3H_2O + NH_4NO_3$ ।

ব্যবহার—(i) নাইট্রোগ্লিসারিন, পিক্রিক অ্যাসিড, T. N. T. প্রভৃতি বিস্ফোরক প্রস্তুতির জন্য, (ii) কৃত্রিম রং, সেলুলয়েড, সেলোফেন প্রভৃতিতে, (iii) সালফিউরিক অ্যাসিড প্রস্তুতিতে এবং (iv) ল্যাবরেটরীতে বিকারক হিসাবে নাইট্রিক অ্যাসিড ব্যবহৃত হয়।

Q. 100. Describe experiments to show that—

(a) nitric acid is an oxidising agent.

(b) nitric acid contains nitrogen, hydrogen and oxygen.

[(a) নাইট্রিক অ্যাসিড একটি জারক দ্রব্য এবং (b) নাইট্রিক অ্যাসিডে নাইট্রোজেন, হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন আছে তাহা পরীক্ষার সাহায্যে দেখাও।]

Ans. (a) (i) একটি টেস্টটিউবে গন্ধকরজ (flowers of sulphur) ও গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিডের মিশ্রণ উত্তপ্ত করা হয়। বাদামী ধোঁয়া নির্গত হওয়া বন্ধ হইলে মিশ্রণে পাতিত জল মিশাইয়া লঘু করিয়া ফিলটার করা হয়। পরিস্রুতে হাইড্রো-

ক্লোরিক অ্যাসিড ও বেরিয়াম ক্লোরাইড মিশাইলে বেরিয়াম সালফেটের সাদা অধঃক্ষেপ আসে। ইহা প্রমাণ করে যে পরিস্রুতে সালফিউরিক অ্যাসিড আছে। সালফার নাইট্রিক অ্যাসিড দ্বারা সালফার ট্রাই-অক্সাইডে জারিত হয় (অক্সিজেন-সংযোগ) এবং জলের সহিত সালফিউরিক অ্যাসিড উৎপন্ন করে। $2HNO_3 = H_2O + 2NO + 3,O$; $S + 3,O = SO_3$; $SO_3 + H_2O = H_2SO_4$; $H_2SO_4 + BaCl_2 = BaSO_4 + 2HCl$। (ii) একটি টেস্ট-টিউবে সালফিউরিক অ্যাসিড মিশ্রিত বিশুদ্ধ ফেরাস সালফেট দ্রবণ লওয়া হইল। ইহা হইতে সামান্য অংশ লইয়া পটাসিয়াম ফেরোসায়ানাইড দ্রবণ মিশাইলে সাদা বা ফিকে বর্ণের অধঃক্ষেপ আসে। টেস্ট-টিউবের মূল দ্রবণে গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিড মিশাইয়া উত্তপ্ত করিলে ফেরাস সালফেট ফেরিক সালফেটে জারিত হয় এবং নাইট্রিক অক্সাইড উৎপন্ন হয়। এখানে অপরাবিদ্যুৎবাহী সালফেট মূলকের অনুপাত বৃদ্ধি (কিংবা আয়রনের যোজ্যতা + ২ হইতে + 3-এ বৃদ্ধি) পায় বলিয়া ইহা জারণ ক্রিয়া। $2HNO_3 + 3H_2SO_4 + 6FeSO_4 = 3Fe_2(SO_4)_3 + 2NO + 4H_2O$। দ্রবণে পটাসিয়াম ফেরোসায়ানাইড দ্রবণ মিশাইলে গাঢ় নীল বর্ণের অধঃক্ষেপ আসে। ইহা ফেরিক লবণের অস্তিত্ব প্রমাণ করে।

(b) একটি পাতন-ফ্লাস্কে তীব্র উত্তপ্ত ঝামা-পাথরের উপর গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিড ফোঁটা ফোঁটা করিয়া ফেলিলে উহা বাদামী বর্ণের গ্যাসীয় পদার্থে বিশ্লিষ্ট হয়। নির্গত গ্যাস ফ্লাস্কের পার্শ্ব-নল দিয়া পর পর দুইটি U-নলের মধ্য দিয়া প্রবাহিত করান হয়—প্রথম U-নলটি শীতল জলে ও দ্বিতীয়টি হিম-মিশ্রে বসান থাকে। প্রথম U-নলে যে তরল পদার্থ জমা হয় তা জল, কারণ ইহা সাদা অনার্দ্র কপার সালফেটকে নীল করে। জলে হাইড্রোজেন আছে এবং ইহা নাইট্রিক অ্যাসিড বিশ্লিষ্ট হইয়া উৎপন্ন হইয়াছে। সুতরাং, নাইট্রিক অ্যাসিডে হাইড্রোজেন আছে। দ্বিতীয় U-নলে বাদামী বর্ণের গ্যাস পাতলা হলুদ বর্ণের তরলে পরিণত হয়। দ্বিতীয় U-নলের শেষ প্রান্ত দিয়া যে গ্যাস নির্গত হয় তাহা অক্সিজেন, কারণ শিখাহীন জ্বলন্ত শলাকা এই গ্যাসে দপ্ করিয়া জ্বলিয়া উঠে। দ্বিতীয় U-নলে উষ্ণ জলে বসাইলে উহার মধ্যের হলুদ বর্ণের তরল গ্যাসে পরিণত হয় এবং এই গ্যাস তীব্র উত্তপ্ত কপারের উপর দিয়া প্রবাহিত করাইয়া নির্গত গ্যাস জল-অপসারণ দ্বারা

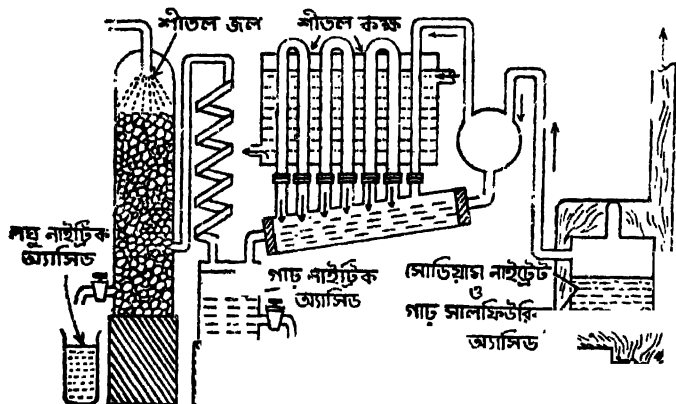
সংগ্রহ করা হয়। এই গ্যাস নাইট্রোজেন, কারণ ইহা নিষ্ক্রিয় গ্যাস, ইহা জ্বলন্ত শলাকা নিভাইয়া দেয় এবং উত্তপ্ত ম্যাগনেসিয়ামের সহিত ম্যাগনেসিয়াম নাইট্রাইড উৎপন্ন করে। নাইট্রিক অ্যাসিড বিশ্লিষ্ট হইয়া নাইট্রোজেন ডাই-অক্সাইড, অক্সিজেন ও স্টীমে পরিণত হয়। $4HNO_3 = 4NO_2 + 2H_2O + O_2$।

অতএব, নাইট্রিক অ্যাসিডে নাইট্রোজেন, হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন আছে।

Q. 101. Describe the manufacture of nitric acid from chile salt petre. [H. S. 1964]

[চিলি-সল্ট-পিটার হইতে নাইট্রিক অ্যাসিডের শিল্প-উৎপাদন বর্ণনা কর।]

Ans. চিলি-সল্ট-পিটার (সোডিয়াম নাইট্রেট) গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডের সহিত পাতিত করিয়া শিল্পের জন্য নাইট্রিক অ্যাসিড প্রস্তুত করা হয়।

একটি ঢালাই লোহের বকযন্ত্রে সল্ট পিটার ও গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডের মিশ্রণ (3 : 2 আণবিক অনুপাতে) লইয়া ইষ্টক-নির্মিত প্রকোষ্ঠে রাখা হয়। নীচের চুল্লী হইতে উত্তপ্ত গ্যাস বকযন্ত্রের চারিদিকে প্রবাহিত হইয়া উহাকে সমভাবে 200-250°C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করে। সোডিয়াম নাইট্রেট ও সালফিউরিক অ্যাসিডের বিক্রিয়ায়

37 নং চিত্র—পাতন প্রণালীতে নাইট্রিক অ্যাসিডের শিল্প-উৎপাদন

নাইট্রিক অ্যাসিড, সোডিয়াম সালফেট এবং বাই-সালফেট উৎপন্ন হয়। $3NaNO_3 + 2H_2SO_4 = Na_2SO_4 + NaHSO_4 + 3HNO_3$। উৎপন্ন নাইট্রিক অ্যাসিড বাষ্পাকারে থাকে বলিয়া লৌহ-পাত্র কোনরূপ ক্ষয় প্রাপ্ত হয় না। নাইট্রিক

অ্যাসিডের গ্যাস বকযন্ত্রের নির্গম-দ্বার দিয়া বাহির হইয়া কতগুলি পাথর বা মাটির তৈয়ারী শীতক-নলে (condensers) প্রবেশ করে। শীতক-নলগুলি শীতল জলে ডুবানো থাকে। এখানে নাইট্রিক অ্যাসিড বাষ্প শীতল হইয়া ঘন তরল পদার্থে পরিণত হয় এবং শীতক-নলের নিম্নে অবস্থিত গ্রাহক পাত্রে গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিড সঞ্চিত হয়। অবশিষ্ট গ্যাস ও বাষ্প, যাহা শীতক-নলে ঘনীভূত হয় না, অতঃপর একটি পাথরকুচি-পূর্ণ স্তম্ভের নীচের দিক হইতে উপরের দিকে উঠিতে থাকে এবং স্তম্ভের উপর হইতে পতিত জল-ধারার সংস্পর্শে আসে। নাইট্রিক অ্যাসিডের বাষ্প জলে দ্রবীভূত হয় এবং বকযন্ত্র বিযোজনের ফলে যে নাইট্রোজেন ডাই-অক্সাইড উৎপন্ন হয়, তাহাও জলে দ্রবীভূত হইয়া নাইট্রিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়। এইরূপে উৎপন্ন লঘু নাইট্রিক অ্যাসিড নীচের পাত্রে সঞ্চিত হয়।

Q. 102. Describe how nitric acid is manufactured by catalytic oxidation of ammonia. [H.S. 1966 (Comp.) ; 1972]

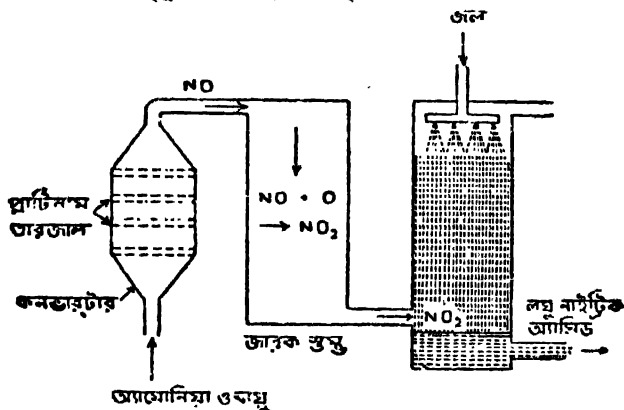
[অনুঘটকের সাহায্যে অ্যামোনিয়া জারিত করিয়া নাইট্রিক অ্যাসিড শিল্পের জন্য কিরূপে প্রস্তুত করা হয় তাহা বর্ণনা কর।]

Or,

State the conditions necessary for conversion of ammonia to nitric acid on a large scale. [H. S. 1964, '66, '69, '69 (Comp.)]

Ans. **অস্‌ওয়াল্ডের পদ্ধতি : নীতি**—অ্যামোনিয়ার জারণ পদ্ধতি বা অস্‌ওয়াল্ডের পদ্ধতিতে প্লাটিনাম অনুঘটকের উপস্থিতিতে অ্যামোনিয়াকে বায়ুর অক্সিজেন দ্বারা জারিত করিয়া নাইট্রিক অক্সাইডে পরিণত করা হয়। $4NH_3 + 5O_2 = 4NO + 6H_2O +$ উদ্ভূত তাপ। উৎপন্ন নাইট্রিক অক্সাইডকে যথারীতি শীতল করিয়া বায়ুর অক্সিজেনের সাহায্যে নাইট্রোজেন ডাই-অক্সাইডে পরিণত করা হয়। $2NO + O_2 = 2NO_2$। নাইট্রোজেন ডাই-অক্সাইডকে জলে শোষিত করাইয়া নাইট্রিক অ্যাসিড উৎপন্ন করা হয়। $2NO_2 + H_2O = HNO_3 + HNO_2$; $3HNO_2 = HNO_3 + 2NO + H_2O$।

পদ্ধতি—এক আয়তন বিশুদ্ধ ও শুষ্ক অ্যামোনিয়া গ্যাস এবং 7·5 আয়তন ধূলিমুক্ত বিশুদ্ধ বায়ুর মিশ্রণ অ্যালুমিনিয়ামের কনভার্টারের ভিতরে প্লাটিনাম তার-জালির মধ্য দিয়া খুব দ্রুতবেগে প্রবাহিত করান হয়। তড়িতের সাহায্যে প্লাটিনাম

তার জালি প্রথমে 750°C—930°C তাপমাত্রা পর্যন্ত উত্তপ্ত রাখা হয়। বিক্রিয়াটি তাপ-মোচী বলিয়া কিছু সময় পরে বিক্রিয়া-উদ্ভূত তাপের সাহায্যে বিক্রিয়াটি চলিতে থাকে। উত্তপ্ত প্লাটিনামের সংস্পর্শে অ্যামোনিয়া অক্সিজেন দ্বারা জারিত হইয়া নাইট্রিক অক্সাইডে পরিণত হয়। উৎপন্ন নাইট্রিক অক্সাইড গ্যাস (কিছুটা নাইট্রোজেন মিশ্রিত), অতিরিক্ত বায়ু, স্টীম অতঃপর জারক স্তম্ভে (oxidising tower) আনিয়া শীতল হয়। এখানে নাইট্রিক অক্সাইড বায়ুর অক্সিজেন দ্বারা নাইট্রোজেন ডাই-

৪৪ নং চিত্র—অ্যামোনিয়ার জারণ দ্বারা নাইট্রিক অ্যাসিডের শিল্পপ্রস্তুতি

অক্সাইডে জারিত হয়। নাইট্রোজেন ডাই-অক্সাইড অতঃপর চূর্ণ কোয়ার্টজ-পূর্ণ স্তম্ভের উপর হইতে পতিত নিম্নগামী জল দ্বারা শোষিত হইয়া নাইট্রিক অ্যাসিডে পরিণত হয়। স্তম্ভের নীচ হইতে সংগৃহীত নাইট্রিক অ্যাসিডের মাত্রা প্রায় 50%। এই প্রণালীতে প্রায় 99% অ্যামোনিয়া জারিত হয়।

লঘু নাইট্রিক অ্যাসিডকে পাতন ক্রিয়ার সাহায্যে 63% নাইট্রিক অ্যাসিডে পরিণত করা হয়। অতঃপর ইহাকে গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডের সহিত পাতিত করিয়া 93% অ্যাসিডে পরিণত করা হয়।

Q. 103. (a) What are nitrates? How are are they generally prepared?

(b) What is the effect of heat on nitrate?

[H. S. 1996 (Comp.)]

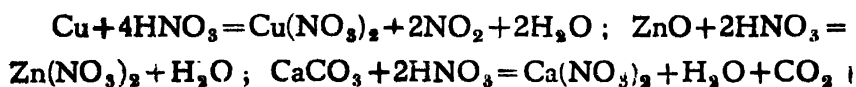
(c) How is nitrate radical detected?

[H. S. '68, '68 (Comp.), '70, '72]

[(a) নাইট্রেট কাহাকে বলে ? সাধারণতঃ কিরূপে নাইট্রেট প্রস্তুত করা হয় ? (b) নাইট্রেটের উপর তাপের প্রভাব কি ? (c) নাইট্রেট-মূলক কিরূপে সনাক্ত করা হয় ?]

Ans (a) **নাইট্রেট**—নাইট্রিক অ্যাসিড একটি তীব্র একক্ষারীয় (monobasic) অ্যাসিড। নাইট্রিক অ্যাসিডের হাইড্রোজেন ধাতু বা ধাতুর ন্যায় কোন মূলক দ্বারা প্রতিস্থাপিত হইয়া যে লবণ উৎপন্ন হয় তাহাকে নাইট্রেট লবণ বলে।

প্রস্তুতি—ধাতু কিংবা ধাতুর অক্সাইড, হাইড্রক্সাইড বা কার্বনেট লবণের উপর নাইট্রিক অ্যাসিডের ক্রিয়া দ্বারা সাধারণতঃ নাইট্রেট লবণ প্রস্তুত করা হয়। বিক্রিয়া শেষে দ্রবণ তাপ-প্রয়োগে গাঢ় করিয়া নাইট্রেট লবণ কেলাসিত করা হয় এবং পুনঃ-কেলাসন প্রণালী বিশুদ্ধ করা হয়।

$Cu+4HNO_3=Cu(NO_3)_2+2NO_2+2H_2O$; $ZnO+2HNO_3=Zn(NO_3)_2+H_2O$; $CaCO_3+2HNO_3=Ca(NO_3)_2+H_2O+CO_2$ ।

নাইট্রেট লবণ সাদা বা বর্ণহীন স্ফটিক (কিউপ্রিক নাইট্রেট নীল, ফেরাস নাইট্রেট সবুজ), জলে দ্রবণীয়।

(b) **তাপের প্রভাব**—(i) ধাতব নাইট্রেট (সোডিয়াম ও পটাসিয়াম নাইট্রেট ব্যতীত) যথা—লেড, কপার, ক্যালসিয়াম, জিংক ইত্যাদি ধাতুর নাইট্রেট তাপের প্রভাবে বিযোজিত হইয়া ধাতব অক্সাইড, নাইট্রোজেন ডাই-অক্সাইড ও অক্সিজেনে পরিণত হয়। $2Pb(NO_3)_2=2PbO+4NO_2+O_2$; $2Cu(NO_3)_2=2CuO+4NO_2+O_2$ ।

(ii) সোডিয়াম ও পটাসিয়াম নাইট্রেট—46 নং প্রশ্নোত্তরের (iv) অংশ দেখ। (iii) সিলভার নাইট্রেট প্রথমে সিলভার নাইট্রাইট ও অক্সিজেনে পরিণত হয়। সিলভার নাইট্রাইট অতঃপর বিযোজিত হইয়া ধাতব সিলভার, নাইট্রিক অক্সাইড ও অক্সিজেন উৎপন্ন হয়। $2AgNO_3=2AgNO_2+O_2$; $2AgNO_2=2Ag+2NO+O_2$ ।

(iv) অ্যামোনিয়াম নাইট্রেট উত্তাপে বিযোজিত হয় এবং নাইট্রাস অক্সাইড ও জল উৎপন্ন হয়। $NH_4NO_3=N_2O+2H_2O$ ।

নাইট্রেট মূলক সনাক্তকরণ—(i) একটি টেস্ট-টিউবে কঠিন নাইট্রেট লবণ

লইয়া গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড ও কয়েকটি তামার কুচি (copper turnings) মিশাইয়া উত্তপ্ত করিলে গাঢ় বাদামী বর্ণের গ্যাস নির্গত হয়। সালফিউরিক অ্যাসিড নাইট্রেট লবণ হইতে নাইট্রিক অ্যাসিড উৎপন্ন করে এবং উহা কপারের সহিত ক্রিয়া করিয়া বাদামী নাইট্রোজেন ডাই-অক্সাইড গ্যাস উৎপন্ন করে। $KNO_3+H_2SO_4=KHSO_4+HNO_3$; $Cu+4HNO_3=Cu(NO_3)_2+2NO_2+2H_2O$ ।

(ii) **বলয় পরীক্ষা** (Ring test)—টেস্ট-টিউবে নাইট্রেট লবণের দ্রবণে সদ্য তৈয়ারী ফেরাস সালফেট দ্রবণ মিশান হয়। তারপর কিছু গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড টেস্ট-টিউবের গা বাহিয়া ধীরে ধীরে ঢালা হয়। সালফিউরিক অ্যাসিড ও পূর্ব দ্রবণের সংযোগস্থলে বাদামী বর্ণের একটি বলয় (brown ring) গঠিত হয়।

নাইট্রেট ও সালফিউরিক অ্যাসিডের বিক্রিয়ায় নাইট্রিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয় এবং ফেরাস সালফেট দ্বারা ইহা নাইট্রিক অক্সাইডে বিজারিত হয়। এই নাইট্রিক অক্সাইড অতিরিক্ত ফেরাস সালফেটের সহিত [$Fe(NO)SO_4$ যৌগ গঠিত করে। ইহার বর্ণ বাদামী। $KNO_3+H_2SO_4=KHSO_4+HNO_3$; $2HNO_3+3H_2SO_4+6FeSO_4=2NO+3Fe_2(SO_4)_3+4H_2O$; $FeSO_4+NO=[Fe(NO)SO_4]$

Q. 104. Describe, with equations. the action of nitric acid on : Copper [H. S. 1969, '70 (Comp.)] ; Zinc ; Iron ; Magnesium.

[কপার, জিংক, আয়রন ও ম্যাগনেসিয়ামের উপর নাইট্রিক অ্যাসিডের বিক্রিয়া সমীকরণ সহ বর্ণনা কর।]

Ans. **কপার**—(i) উত্তপ্ত ও গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিড ও কপারের বিক্রিয়ায় বাদামী বর্ণের নাইট্রোজেন ডাই-অক্সাইড নির্গত হয়। উৎপন্ন কিউপ্রিক নাইট্রেট নীল দ্রবণরূপে অবশিষ্ট থাকে। $Cu+4HNO_3=Cu(NO_3)_2+2H_2O+2NO_2$ ।

(ii) শীতল ও নাতি গাঢ় (1 : 1) নাইট্রিক অ্যাসিড কপারের সহিত বিক্রিয়ায় নাইট্রিক অক্সাইড গ্যাস উৎপন্ন করে। কিউপ্রিক নাইট্রেট নীল দ্রবণরূপে থাকে। $3Cu+8HNO_3=3Cu(NO_3)_2+4H_2O+2NO$ ।

(iii) নাইট্রিক অ্যাসিডের বাষ্প তীব্র উত্তপ্ত কপারের উপর প্রবাহিত করিলে কালো কপার অক্সাইড ও নাইট্রোজেন গ্যাস উৎপন্ন হয়। $5Cu+2HNO_3=5CuO+H_2O+N_2$ ।

জিংক—(i) উত্তপ্ত ও গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিড এবং জিংকের বিক্রিয়ায় বাদামী বর্ণের নাইট্রোজেন ডাই-অক্সাইড নির্গত হয় এবং জিংক নাইট্রেট দ্রবণে থাকে।

$Zn + 4HNO_3 = Zn(NO_3)_2 + 2H_2O + 2NO_2$ ।

(ii) শীতল ও নাতি গাঢ় (**1 : 1**) অ্যাসিডের সহিত জিংক নাইট্রেট ও নাইট্রিক অক্সাইড গ্যাস উৎপন্ন হয়।

$3Zn + 8HNO_3 = 3Zn(NO_3)_2 + 4H_2O + 2NO.$

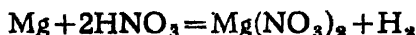
(iii) শীতল ও লঘু নাইট্রিক অ্যাসিডের সহিত জিংক ক্রিয়া করিলে জিংক নাইট্রেট ও অ্যামোনিয়াম নাইট্রেট উৎপন্ন হয়।

$4Zn + 10HNO_3 = 4Zn(NO_3)_2 + 3H_2O + NH_4NO_3.$

আয়রন—(i) অত্যন্ত গাঢ় বা ধূমায়মান (fuming) নাইট্রিক অ্যাসিডে আয়রন নিষ্ক্রিয় (passive) হয় এবং উহার রাসায়নিক গুণ সাময়িকভাবে লোপ পায়। আয়রনের উপর আয়রন অক্সাইডের একটি আস্তরণ পড়ে। তখন উহা আর লঘু অ্যাসিডে দ্রবীভূত হয় না।

(ii) গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিডের সহিত ফেরিক নাইট্রেট ও প্রধানতঃ বাদামী বর্ণের নাইট্রোজেন ডাই-অক্সাইড গ্যাস নির্গত হয়। $Fe + 6HNO_3 = Fe(NO_3)_3 + 3H_2O + 3NO_2$. (iii) শীতল ও লঘু নাইট্রিক অ্যাসিডে ফেরাস নাইট্রেট ও অ্যামোনিয়াম নাইট্রেট উৎপন্ন হয়। $4Fe + 10HNO_3 = 4Fe(NO_3)_2 + 3H_2O + NH_4NO_3$.

ম্যাগনেসিয়াম—লঘু ও শীতল নাইট্রিক অ্যাসিডের সহিত ম্যাগনেসিয়াম ক্রিয়া করিয়া হাইড্রোজেন উৎপন্ন করে এবং ম্যাগনেসিয়াম নাইট্রেটে পরিণত হয়।

$Mg + 2HNO_3 = Mg(NO_3)_2 + H_2$

Q. 105. Write a short note on—'action of nitric acid on metals'.

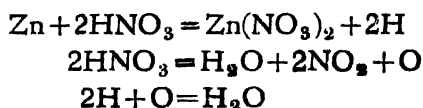
[ধাতুর উপর নাইট্রিক অ্যাসিডের ক্রিয়া সম্পর্কে সংক্ষিপ্ত টীকা লিখ।]

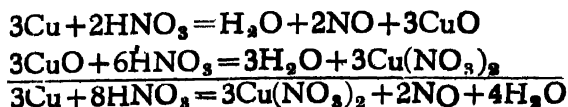
Ans. গোল্ড, প্লাটিনাম, ইরিডিয়াম ইত্যাদি কয়েকটি ধাতু ব্যতীত নাইট্রিক অ্যাসিড সকল ধাতুর সহিত বিক্রিয়া করে। গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিডে লৌহ ও ক্রোমিয়াম ধাতু নিষ্ক্রিয় (passive) হয়। শীতল ও লঘু নাইট্রিক অ্যাসিড অ্যালুমিনিয়ামের

সহিত খুবই সামান্য ক্রিয়া করে। গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিডের সহিত টিন বিক্রিয়া করিয়া টিন ডাই-অক্সাইডে পরিণত হয়। ইহা ছাড়া অন্যান্য ধাতুগুলি নাইট্রিক অ্যাসিডের সহিত নাইট্রেট লবণ উৎপন্ন করে। রাসায়নিক ক্রিয়ায় নাইট্রিক অ্যাসিড 'অ্যাসিডরূপে' ও শক্তিশালী জারক দ্রব্যরূপে কাজ করে। এই জন্য সমস্ত বিক্রিয়াতেই (অবশ্য ম্যাগনেসিয়ামের সহিত বিক্রিয়া ব্যতীত) নাইট্রিক অ্যাসিড বিজারিত হইয়া নাইট্রোজেনের বিভিন্ন অক্সাইড, নাইট্রোজেন ও অ্যামোনিয়ায় পরিণত হয়। নাইট্রিক অ্যাসিড বিজারিত হইয়া কি হইবে তাহা অ্যাসিডের মাত্রা, বিক্রিয়ার তাপমাত্রা এবং ধাতুর প্রকৃতির উপর নির্ভর করে। কেবলমাত্র ম্যাগনেসিয়াম লঘু ও শীতল নাইট্রিক অ্যাসিডের সহিত বিক্রিয়া করিয়া হাইড্রোজেন উৎপন্ন করে। $Mg + 2HNO_3 = Mg(NO_3)_2 + H_2$.

ধাতুর দ্বারা নাইট্রিক অ্যাসিডের বিজারণ কিরূপে হয় সে সম্বন্ধে দুই মতবাদ নিম্নে উল্লেখ করা হইল।

(1) নাইট্রিক অ্যাসিড ও ধাতুর ক্রিয়ায় প্রথমে হাইড্রোজেন উৎপন্ন হয় এবং এই হাইড্রোজেন জায়মান অবস্থায় অতিরিক্ত নাইট্রিক অ্যাসিডকে বিজারিত করে। হাইড্রোজেন অপেক্ষা বেশী পরাবিদ্যুৎবাহী ধাতুর ক্ষেত্রে (যথা—জিংক, আয়রন) এই মতবাদ প্রযোজ্য। জিংক ও গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিডের ক্রিয়া নিম্নরূপে ব্যাখ্যা করা যায়—

$$Zn + 2HNO_3 = Zn(NO_3)_2 + 2H$$
$$2HNO_3 = H_2O + 2NO_2 + O$$
$$2H + O = H_2O$$
$$\overline{Zn + 4HNO_3 = Zn(NO_3)_2 + 2H_2O + 2NO_2}$$

(2) কপার, সিলভার, মারকারি ইত্যাদি যে সব ধাতু হাইড্রোজেন অপেক্ষা কম পরাবিদ্যুৎবাহী সেই সব ধাতু নাইট্রিক অ্যাসিড দ্বারা অক্সাইডে জারিত হয়। এই অক্সাইড নাইট্রিক অ্যাসিডে দ্রবীভূত হইয়া ধাতুর নাইট্রেট উৎপন্ন করে। শীতল অবস্থায় কপার ও নাতিগাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিডের ক্রিয়া নিম্নরূপে ব্যাখ্যা করা যায়।

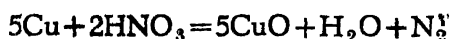
$$3Cu + 2HNO_3 = H_2O + 2NO + 3CuO$$
$$3CuO + 6HNO_3 = 3H_2O + 3Cu(NO_3)_2$$
$$\overline{3Cu + 8HNO_3 = 3Cu(NO_3)_2 + 2NO + 4H_2O}$$

[ইহার পরে বিভিন্ন অবস্থায় নাইট্রিক অ্যাসিড ও কয়েকটি ধাতুর বিক্রিয়া 104 নং প্রশ্নোত্তর অনুযায়ী লিখিবে।]

Q. 106. Starting from nitric acid how would you obtain (i) nitrogen, (ii) nitric oxide, (H. S. 1964), (iii) nitrogen dioxide, (H. S. 1964), (iv) nitrous oxide, (v) ammonia, (vi) nitrogen trioxide, (vii) nitrogen pentoxide? How may the compounds (ii), (iii), (v), (vi), (vii) be converted back to nitric acid?

[cf. H. S. 1965]

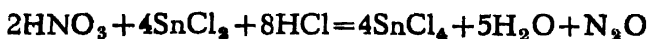
[নাইট্রিক অ্যাসিড হইতে কিরূপে (i) নাইট্রোজেন, (ii) নাইট্রিক অক্সাইড, (iii) নাইট্রোজেন ডাই-অক্সাইড, (iv) নাইট্রাস অক্সাইড, (v) অ্যামোনিয়া, (vi) নাইট্রোজেন ট্রাই-অক্সাইড, (vii) নাইট্রোজেন পেণ্টক্সাইড পাওয়া যায়? (ii), (iii), (v), (vi), (vii) নং যৌগগুলিকে কিরূপে নাইট্রিক অ্যাসিডে পরিণত করা যায়?]

Ans. (i) একটি নলে রক্ষিত তীব্র উত্তপ্ত ধাতব কপারের উপর দিয়া নাইট্রিক অ্যাসিড-বাষ্প প্রবাহিত করান হয়। নির্গত নাইট্রোজেন গ্যাস কষ্টিক পটাস দ্রবণের মধ্য দিয়া অতিক্রম করাইয়া জলের উপর সংগ্রহ করা হয়।

$$5Cu+2HNO_3=5CuO+H_2O+N_2$$

(ii) দীর্ঘনাল-ফানেল ও নির্গম-নলযুক্ত একটি উল্ফ বোতলে কপার ছিলা লইয়া ফানেল দিয়া উহার মধ্যে শীতল নাতিগাঢ় (1 : 1) নাইট্রিক অ্যাসিড মিশাইলে নাইট্রিক অক্সাইড গ্যাস উৎপন্ন হয়। উল্ফ বোতলের বাদামী বর্ণের গ্যাস নির্গম-নল দিয়া সম্পূর্ণ বাহির হইয়া গেলে বর্ণহীন নাইট্রিক অক্সাইড গ্যাস জলের উপর সংগ্রহ করা হয়। $3Cu+8HNO_3=3Cu(NO_3)_2+4H_2O+2NO$। নাইট্রিক অ্যাসিড কপার দ্বারা বিজারিত হইয়া নাইট্রিক অক্সাইডে পরিণত হয়।

(iii) কপারের ছিলার সহিত গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিড মিশাইয়া উত্তপ্ত করিলে বাদামী বর্ণের নাইট্রোজেন ডাই-অক্সাইড গ্যাস নির্গত হয়। এই গ্যাস হিম-মিশ্রে রক্ষিত U-নলের মধ্য দিয়া অতিক্রম করাইলে নাইট্রোজেন ডাই-অক্সাইড পাতলা হলুদ বর্ণের তরলে পরিণত হয়। $Cu+4HNO_3=Cu(NO_3)_2+2H_2O+2NO_2$। এখানে নাইট্রিক অ্যাসিড কপার দ্বারা NO_2-তে বিজারিত হয়।

(iv) নাইট্রিক অ্যাসিড ও স্ট্যানাস ক্লোরাইডের দ্রবণ (HCl-এ) ফুটাইলে নাইট্রাস অক্সাইড গ্যাস উৎপন্ন হয়। এখানে নাইট্রিক অ্যাসিড স্ট্যানাস ক্লোরাইড দ্বারা নাইট্রাস অক্সাইডে বিজারিত হয়।

$$2HNO_3+4SnCl_2+8HCl=4SnCl_4+5H_2O+N_2O$$

(v) নাইট্রিক অ্যাসিডে সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড মিশাইয়া উহাকে সোডিয়াম নাইট্রেটে পরিণত করা হয়। এই দ্রবণে অতিরিক্ত গাঢ় কষ্টিক সোডা দ্রবণ ও জিংক চূর্ণ যোগ করিয়া উত্তপ্ত করিলে সোডিয়াম নাইট্রেট জায়মান হাইড্রোজেন দ্বারা বিজারিত হইয়া অ্যামোনিয়া উৎপন্ন হয়। $HNO_3+NaOH=NaNO_3+H_2O$; $NaNO_3+4Zn+7NaOH=4Na_2ZnO_2+NH_3+2H_2O$.

(vi) সমান ওজনের আর্সেনিয়াস অক্সাইড এবং নাইট্রিক অ্যাসিড (60%) পাতিত করিয়া উৎপন্ন বাষ্প হিম মিশ্রণে শীতল করিলে নীল তরল বর্ণের নাইট্রোজেন ট্রাই-অক্সাইড পাওয়া যায়। $As_2O_3+2HNO_3=As_2O_5+N_2O_3+H_2O$.

(vii) একটি রিটর্টে গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিড লইয়া উহাতে ফসফরাস পেণ্টক্সাইড মিশান হইল। মিশ্রণটি হিম-মিশ্রণে শীতল করা হয়। কিছু সময় পরে অল্প উত্তপ্ত (30°C) করিয়া পাতিত করিলে এবং পাতিত দ্রব্যকে শীতল করিলে নাইট্রোজেন পেণ্টক্সাইডের কেলাস পাওয়া যায়। $2HNO_3+P_2O_5=2HPO_3+N_2O_5$.

শেষাংশ—নাইট্রিক অক্সাইড, নাইট্রোজেন ডাই-অক্সাইড, অ্যামোনিয়াকে নাইট্রিক অ্যাসিডে পরিণত করিবার জন্য অসওয়াল্ড পদ্ধতির নীতি দেখ। (প্রশ্ন 102, পৃষ্ঠা 238)। নাইট্রোজেন পেণ্টক্সাইড জলে দ্রবীভূত হইয়া নাইট্রিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়। $N_2O_5+H_2O=2HNO_3$.

[দ্রষ্টব্য—N_2O_5 নাইট্রিক অ্যাসিড হইতে জল শোষিত করিয়া উৎপন্ন হয় এবং জলের সহিত মিশিয়া ইহা আবার নাইট্রিক অ্যাসিড উৎপন্ন করে। এইজন্য N_2O_5-কে নাইট্রিক অ্যাসিডের নিরুদক (anhydride) বলা হয়। $N_2O_5+H_2O=2HNO_3$.]

Q. 107. Describe briefly the nitrogen-cycle in nature.

[প্রকৃতিতে নাইট্রোজেন-চক্র সংক্ষেপে বর্ণনা কর।] [H. S. 1964 (Comp.)]

Or,

Discuss—"Nitrogen of air is constantly used up by living beings but still its proportion in air remains almost constant.

[আলোচনা কর—"বায়ুর নাইট্রোজেন জীব কর্তৃক নানাভাবে ব্যবহৃত হইতেছে কিন্তু ইহা সত্ত্বেও বায়ুমণ্ডলে নাইট্রোজেনের অনুপাত প্রায় একই থাকে।"]

Ans. প্রাণী ও উদ্ভিদ্ দেহের ক্ষয়পূরণ এবং পুষ্টি ও বৃদ্ধি সাধনে প্রোটিন জাতীয় খাদ্য অপরিহার্য। এই প্রোটিন নাইট্রোজেনঘটিত পদার্থ। সুতরাং প্রাণী ও উদ্ভিদের জীবনধারণে নাইট্রোজেন অত্যন্ত প্রয়োজনীয়। কিন্তু শিমজাতীয় কয়েকটি উদ্ভিদ (leguminous plants) ব্যতীত অন্য কোন উদ্ভিদ্ বা প্রাণী বায়ুমণ্ডলের নাইট্রোজেন সরাসরি গ্রহণ করিতে পারে না। শিমজাতীয় উদ্ভিদের মূলে একপ্রকার গুটি (nodules) জন্মে এবং উহাতে একপ্রকার জীবাণু (bacteria) থাকে। এই জীবাণু মাটির মধ্যস্থ বায়ু হইতে নাইট্রোজেন সংগ্রহ করিয়া উহাদের খাদ্যোপযোগী করিয়া দেয়। উদ্ভিদ্ প্রধানতঃ নিম্নলিখিত উপায়ে নাইট্রোজেন সংগ্রহ করে।

বায়ুমণ্ডলে বিদ্যুৎক্ষরণের ফলে বায়ুর নাইট্রোজেন ও অক্সিজেনের রাসায়নিক সংযোগে নাইট্রিক অক্সাইড উৎপন্ন হয়। $N_2+O_2=2NO$। উৎপন্ন নাইট্রিক অক্সাইড বায়ুর অক্সিজেন দ্বারা নাইট্রোজেন ডাই-অক্সাইডে জারিত হয়। $2NO+O_2=2NO_2$। বৃষ্টির জলে নাইট্রোজেন ডাই-অক্সাইড ধৌত হইয়া নাইট্রিক অ্যাসিড-রূপে মাটিতে পড়ে এবং মাটির ক্ষারজাতীয় পদার্থের সংস্পর্শে আসিয়া দ্রাব্য নাইট্রেট লবণে পরিণত হয়। $3NO_2+H_2O=2HNO_3+NO$। HNO_3 + ক্ষার→দ্রাব্য নাইট্রেট। উদ্ভিদ্ মাটি হইতে দ্রাব্য নাইট্রেট লবণ শোষণ করিয়া দেহের মধ্যে প্রোটিন সৃষ্টি করে। তৃণভোজী প্রাণী উদ্ভিদকে খাদ্যরূপে গ্রহণ করিয়া প্রোটিন সংগ্রহ করে। আবার, মাংসাশী প্রাণী তৃণভোজী প্রাণীর মাংস, ডিম, দুধ গ্রহণ করিয়া নিজেদের প্রোটিন সংগ্রহ করে। কিন্তু কয়েকটি বিপরীত প্রক্রিয়া চলিতে থাকায় বায়ুমণ্ডলে নাইট্রোজেনের পরিমাণ মোটামুটি অপরিবর্তিত থাকে। উদ্ভিদ্ ও প্রাণীর মৃতদেহ ও মলমূত্র পচিলে উহাদের মধ্যের প্রোটিন অ্যামোনিয়া বা উহার লবণে পরিণত হয়। মাটিতে নাইট্রোসোফাইং (nitrosofying) জীবাণু দ্বারা অ্যামোনিয়া প্রথমে নাইট্রাইটে এবং নাইট্রিফাইং (nitrifying) জীবাণু দ্বারা নাইট্রাইট নাইট্রেটে জারিত হয়।

ইহার কিয়দংশ আবার উদ্ভিদ গ্রহণ করে এবং অপর অংশ ডিনাইট্রিফাইং (denitrifying) জীবাণু দ্বারা মুক্ত নাইট্রোজেনে পরিণত হইয়া বায়ুমণ্ডলে ফিরিয়া যায়। এইরূপে বায়ুমণ্ডলে নাইট্রোজেনের পরিমাণ মোটামুটি অপরিবর্তিত থাকে।

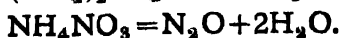
Q. 108. Write notes on—(a) Aqua regia, [H. S. 1969; '70 (Comp.)] (b) Fuming nitric acid, (c) Nitrous oxide. [H. S. 1960 (Comp.)]

[সংক্ষিপ্ত টীকা লিখ—(a)—অম্লরাজ, (b) ধূমায়মান নাইট্রিক অ্যাসিড, (c) নাইট্রাস অক্সাইড বা লাফিং গ্যাস।]

Ans. (a) **অম্লরাজ**—এক আয়তন গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিড ও তিন আয়তন গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের মিশ্রণকে অম্লরাজ (aqua regia) বলে। ইহা গোল্ড ও প্লাটিনাম দ্রবীভূত করিতে পারে। দুই অ্যাসিডের বিক্রিয়ায় জায়মান ক্লোরিন মুক্ত হয় এবং মুক্ত ক্লোরিনের জন্য ইহা এইরূপ ক্ষমতাবিশিষ্ট হয়। $3HCl+HNO_3=NOCl+2Cl+2H_2O$।

(b) **ধূমায়মান নাইট্রিক অ্যাসিড**—গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিডে একটু স্টার্চ বা আর্সেনিয়াস অক্সাইড মিশাইয়া পাতিত করিলে ধূমায়মান (fuming) নাইট্রিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়। ইহার মধ্যে নাইট্রোজেনের অক্সাইড (N_2O_4, N_2O) দ্রবীভূত থাকে। ইহার বর্ণ হলুদ ও ইহার জারণ-শক্তি খুব বেশী।

(c) **নাইট্রাস অক্সাইড**—একটি গোলতল ফ্লাস্কে অ্যামোনিয়াম নাইট্রেট লইয়া উহার মুখে কর্কের সাহায্যে বাঁকান নির্গম-নল লাগান হইল। ফ্লাস্কটিকে খুব সাবধানে (200°C-এর নীচে) উত্তপ্ত করিলে নাইট্রাস অক্সাইড গ্যাস উৎপন্ন হয়; এবং গরম জল অপসারণ করিয়া গ্যাসজারে সংগ্রহ করা হয়। অ্যামোনিয়াম নাইট্রেটের পরিবর্তে অ্যামোনিয়াম সালফেট ও সোডিয়াম নাইট্রেটের মিশ্রণ উত্তপ্ত করিলেও এই গ্যাস পাওয়া যায়। প্রথমে বিপরিবর্ত ক্রিয়ায় অ্যামোনিয়াম নাইট্রেট ও সোডিয়াম সালফেট উৎপন্ন হয়। তারপর অ্যামোনিয়াম নাইট্রেট নাইট্রাস অক্সাইড ও জলে বিযোজিত হয়।

$$(NH_4)_2SO_4+2NaNO_3=2NH_4NO_3+Na_2SO_4\ ;$$
$$NH_4NO_3=N_2O+2H_2O.$$

নাইট্রাস অক্সাইড বর্ণহীন এবং উদাসীন গ্যাস। শ্বাস-প্রশ্বাসের সহিত বায়ু মিশ্রিত নাইট্রাস অক্সাইড অল্প পরিমাণে গ্রহণ করিলে হাসির উদ্রেক করে। এই জন্য ইহাকে লাফিং গ্যাস (laughing gas) বলে। অনেকক্ষণ ধরিয়া এই গ্যাসে শ্বাস গ্রহণ করিলে জ্ঞান হারাইয়া মৃত্যু পর্যন্ত হইতে পারে। অস্ত্রোপচারের সময় অজ্ঞান করিবার জন্য নাইট্রাস অক্সাইড গ্যাস অবচেতক (anaesthetic) রূপে ব্যবহৃত হয়।

Additional Questions with hints on answers

CHAPTER IX

1. What happens when conc. nitric acid is dropped on strongly heated pumice stone? [H. S. 1960 (Comp.)]

[**Ans.** 100 (b) নং প্রশ্নোত্তর দেখ।]

2. State the conditions in which ammonia can be oxidised to nitric oxide or nitric acid. [H. S. 1962]

[**Ans.** 102 নং প্রশ্নোত্তর নীতি দেখ।]

3. Nitric acid shows the properties both of an acid and of an oxidising agent. Illustrate. Or, **Give one example each of the reactions of nitric acid as an acid, as an oxidising agent.** [H. S, 1964]

[**Ans.** 99 নং এবং 100 (a) নং প্রশ্নোত্তর দেখ।]

4. How are nitric oxide and nitrogen dioxide related to nitric acid? How are they obtained from nitric acid? What is the use of nitrous oxide?

[**Ans.** 106 নং এবং 108 (c) নং প্রশ্নোত্তর দেখ।]

5. What is the brown ring test for a nitrate? Explain the reaction.

[**Q.** 103 (c)]

6. What are the conditions in which ammonia may be manufactured from its elements? (Reasons for these conditions are not required.) [H. S. 1963]

[**Ans.** 94 নং প্রশ্নোত্তরের নীতি।]

7. Show that ammonia acts as a reducing agent at high temperature.

[**Ans.** 93 (v) নং প্রশ্নোত্তর এবং 92 নং প্রশ্নোত্তরের অ্যামোনিয়ার ধর্মের (iii) অংশ দেখ।]

8. Show how you could obtain from nitric acid or any suitable salt of it—
(a) oxygen, (b) nitrogen peroxide. **Give one example each of its oxidising action on (a) a non-metal, (b) a compound.** [H. S. 1963 (Comp.)]

[**Ans.** নাইট্রিক অ্যাসিড হইতে—100 (b) নং প্রশ্নোত্তর। লেড নাইট্রেট হইতে—92 পৃষ্ঠা দেখ; 46 নং প্রশ্নোত্তরের (v) অংশ—অক্সিজেন ও নাইট্রোজেন পার-অক্সাইড সংগ্রহ পূর্বের ন্যায়।]

9. পরীক্ষানলে একটু লবণ লইয়া তাহার কুচি ও গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড সহযোগে উত্তপ্ত করাতে বাদামী বর্ণের একটি গ্যাস নির্গত হইল। ঐ গ্যাসটি কি হইতে পারে? গ্যাসটি কোন্ বিক্রিয়ার ফলে নির্গত হইল? লবণের অম্লমূলকটি সুনিশ্চিতভাবে সনাক্ত করিবার জন্য একটি সিক্ত পরীক্ষার বর্ণনা দাও। পরীক্ষার ফলে যে বিক্রিয়া ঘটে তাহা সমীকরণ সহ লিখ। [H. S. 1971]

[গ্যাসটি নাইট্রোজেন ডাই-অক্সাইড হইতে পারে। Q. 103 (c)-এর উত্তরে সমীকরণ এবং বলয় পরীক্ষা (পৃঃ 241) দেখ।]

CHAPTER X

Phosphorus and its compounds

[ফস্‌ফরাস ও উহার যৌগ]

Q. 109. (a) What are the sources of phosphorus ? (b) What are (i) bone black, and (ii) bone ash ? [H. S. 1962]

[(a) ফস্‌ফরাসের উৎস কি ? (b) অস্থি-কয়লা এবং অস্থি-ভস্ম পদার্থ দুইটি কি ?]

Ans. **ফস্‌ফরাসের উৎস**—প্রকৃতিতে ফস্‌ফরাস নিম্নলিখিত খনিজগুলিতে ফস্‌ফেট লবণরূপে থাকে।

(i) ফস্‌ফোরাইট্ (Phosphorite), $Ca_3(PO_4)_2$; (ii) ক্লোর-অ্যাপাটাইট্ (Chlor-apatite), $3Ca_3(PO_4)_2$, $CaCl_2$; (iii) ফ্লুওর-অ্যাপাটাইট্ (Fluor-apatite), $3Ca_3(PO_4)_2$, CaF_2 । ইহা ব্যতীত প্রাণীর অস্থির মধ্যে প্রায় শতকরা 58 ভাগ ক্যালসিয়াম ফস্‌ফেট থাকে।

(b) **অস্থি-কয়লা ও অস্থি-ভস্ম**—অস্থিতে ক্যালসিয়াম ফস্‌ফেট, চর্বিজাতীয় পদার্থ, নাইট্রোজেন ঘটিত পদার্থ, সামান্য ক্যালসিয়াম কার্বনেট থাকে। অস্থিচূর্ণ হইতে কার্বন টেট্রাক্লোরাইডের সাহায্যে চর্বি নিষ্কাশিত করা হয়। অতঃপর ইহাকে অতিতপ্ত স্টীমে উত্তপ্ত করিয়া জিলাটিন জাতীয় পদার্থ দূর করা হয়। তারপর এই অস্থি-চূর্ণকে বায়ুহীন পাত্রে অন্তর্ধূম পাতন করিলে যে কালো অবশেষ পাওয়া যায় তাহাকে অস্থি-কয়লা (bone charcoal) বা বোন-ব্ল্যাক্ (bone black) বলে। ইহাতে ক্যালসিয়াম ফস্‌ফেট এবং কার্বন থাকে। বোন্-ব্ল্যাক বা অস্থি-কয়লাকে বায়ুতে তীব্র উত্তপ্ত করিলে অস্থি-ভস্ম (bone ash) পাওয়া যায়। ইহাতে প্রায় শতকরা আশি ভাগ ক্যালসিয়াম ফস্‌ফেট্ থাকে।

[অস্থি কয়লা চিনি পরিষ্কার করিবার জন্য ব্যবহৃত হয়। যখন অস্থি-কয়লা নিষ্ক্রিয় হইয়া পড়ে তখন উহা হইতে অস্থি-ভস্ম প্রস্তুত করা হয়। অস্থি-ভস্ম ফস্‌ফরাসের একটি গুরুত্বপূর্ণ উৎস।]

Q. 110. How is white phosphorus manufactured from—

(a) a mineral containing calcium phosphate.

[H. S. 1961, '63 (Comp.), '64, '71]

(b) bone ash ? [H. S. 1962 ; '69, '70 (Comp.)]

[(a) ক্যালসিয়াম ফস্‌ফেট খনিজ হইতে এবং (b) অস্থি-ভস্ম হইতে কিরূপে সাদা ফস্‌ফরাস প্রস্তুত করা হয় ?]

Ans. সাদা ফস্‌ফরাসের প্রস্তুতি ঃ

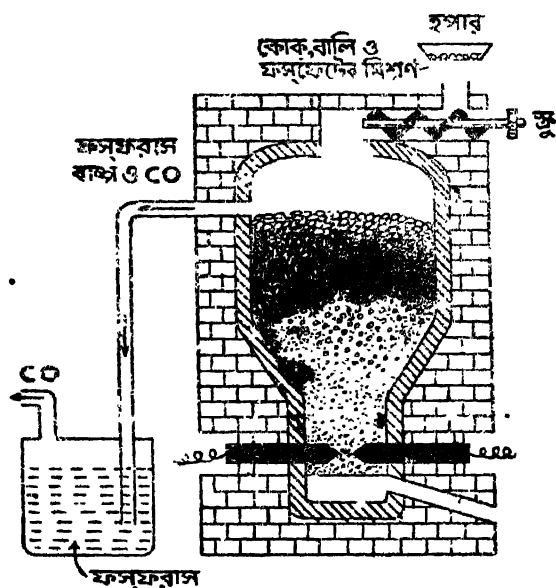
(a) ক্যালসিয়াম ফস্‌ফেটের খনিজ বা অস্থি-ভস্ম হইতে (তড়িৎ প্রণালীর সাহায্যে)—

ক্যালসিয়াম ফস্‌ফেট-খনিজ বা অস্থি-ভস্ম সিলিকার (বালি) সহিত মিশ্রিত করিয়া উচ্চ তাপমাত্রায় (1200°C—1500°C) উত্তপ্ত করিলে ক্যালসিয়াম সিলিকেট ও ফস্‌ফরাস পেণ্টক্সাইড উৎপন্ন হয়। উৎপন্ন ফস্‌ফরাস পেণ্টক্সাইড এই উচ্চ তাপমাত্রায় কার্বন দ্বারা সাদা ফস্‌ফরাসে বিজারিত হয়।

$$Ca_3(PO_4)_2+3SiO_2=3CaSiO_3+P_2O_5 \; ; \; 2P_2O_5+10C=P_4+10CO$$

ফস্‌ফরাস নিষ্কাশনের জন্য ব্যবহৃত চুল্লীটি ইট দ্বারা নির্মিত এবং আবদ্ধ। তড়িৎ-শিখা (electric arc) সৃষ্টির জন্য চুল্লীর নীচের দিকে দুইটি মোটা কার্বন তড়িৎ-দ্বার (carbon electrode) আছে। তড়িৎ-শিখার সাহায্যে প্রয়োজনীয় তাপ (1200°C—1500°C তাপমাত্রা) সৃষ্টি করা হয়। অস্থি-ভস্ম বা খনিজ ফস্‌ফেট (যথা, অ্যাপাটাইট্), সিলিকা (বালি) ও কোক্-কয়লার একটি মিশ্রণ চুল্লীর উপরিস্থিত চোঙ (hopper)-এর মধ্য দিয়া ঢালিয়া স্ক্রু-চালক (screw conveyer)-এর সাহায্যে চুল্লীর মধ্যে প্রবেশ করান হয়।

চুল্লীর উচ্চ তাপমাত্রায় (প্রায় 1200°C) ক্যালসিয়াম ফস্‌ফেট ও সিলিকার রাসায়নিক বিক্রিয়ায় ক্যালসিয়াম সিলিকেট ও ফস্‌ফরাস পেণ্টক্সাইড উৎপন্ন হয়। আরও উচ্চতর তাপমাত্রায় (1500°C) ফস্‌ফরাস পেণ্টক্সাইড কার্বন দ্বারা বিজারিত হইয়া ফস্‌ফরাস ও কার্বন মনোক্সাইড উৎপন্ন হয়। এই তাপে ফস্‌ফরাস বাষ্পায় অবস্থায় থাকে এবং কার্বন মনোক্সাইডের সহিত চুল্লীর পার্শ্বের নির্গম-নল দিয়া বাহির হইয়া শীতল জলের মধ্যে প্রবেশ করে। জলের নীচে ফস্‌ফরাস বাষ্প কঠিন সাদা

ফস্‌ফরাসে পরিণত হয় এবং অদ্রবণীয় কার্বন মনোক্সাইড জলের বাহিরে চলিয়া আসে। গলিত ক্যালসিয়াম সিলিকেট চুল্লীর নীচে সঞ্চিত হয় এবং নির্গম-দ্বার (slag hole) দিয়া বাহির করিয়া লওয়া হয়।

39 নং চিত্র—তড়িৎ-প্রণালীতে ফস্‌ফরাস প্রস্তুতি

বিশুদ্ধিকরণ—এই সাদা ফস্‌ফরাস উষ্ণ জলের মধ্যে গলান হয়। অতঃপর ইহাকে পটাসিয়াম ডাইক্রোমেট ও সালফিউরিক অ্যাসিড দ্বারা উত্তপ্ত করিলে কতকগুলি অশুদ্ধি জারিত হইয়া দ্রবীভূত হয় এবং কতকগুলি ভাসিয়া উঠে। গলিত ফস্‌ফরাসকে চাপ দিয়া শ্যাময় চামড়ার (chamois leather) সাহায্যে ফিল্‌টার করিয়া ছোট ছোট যষ্টির আকারে ঢালাই করা হয়। এইরূপে প্রাপ্ত বিশুদ্ধ সাদা ফস্‌ফরাস সর্বদা জলের নীচে রাখা হয়।

(b) **অস্থি-ভস্ম হইতে** (দ্বিতীয় প্রণালী)—অস্থি-ভস্ম-চূর্ণের হহিত সালফিউরিক অ্যাসিড (60%) মিশাইয়া উত্তপ্ত করিলে উহা বিযোজিত হইয়া ফসফরিক অ্যাসিড এবং অদ্রাব্য ক্যালসিয়াম সালফেটে পরিণত হয়। ক্যালসিয়াম সালফেট ফিল্‌টার করিয়া পৃথক করা হয়। $Ca_3(PO_4)_2+3H_2SO_4=3CaSO_4+2H_3PO_4$

পরিশ্রুত ফস্‌ফরিক অ্যাসিডের সহিত চারকোল মিশাইয়া তাপ-প্রয়োগে মিশ্রণকে শুষ্ক করা হয়। ইহাতে ফস্‌ফরিক অ্যাসিড মেটা-ফস্‌ফরিক অ্যাসিডে পরিণত হয়। অতঃপর এই শুষ্ক পদার্থকে তীব্র উত্তপ্ত করিলে ফস্‌ফরাসের বাষ্প বাহির হইয়া আসে এবং জলের মধ্যে ইহা কঠিন সাদা ফস্‌ফরাসে পরিণত হয়। $H_3PO_4 = HPO_3 + H_2O$; $4HPO_3 + 12C = P_4 + 2H_2 + 12CO$ ।

(দ্রষ্টব্য—ইহা পুরাতন পদ্ধতি, তড়িৎ-পদ্ধতিটি আধুনিক।)

Q. 111. (a) How is red phosphorus prepared from white phosphorus ? [H. S. 1960, 1961, 1963 (Comp.), '67 (Comp.), '71]

[(a) সাদা ফস্‌ফরাস হইতে লাল ফস্‌ফরাস কিরূপে তৈয়ারী করা হয় ?]

(b) How is red phosphorus converted into white phosphorus ? [H. S. 1964, '67 (Comp.)]

[(b) লাল ফস্‌ফরাসকে কিরূপে সাদা ফস্‌ফরাসে পরিণত করা হয় ?]

(c) Compare the physical and chemical properties of white phosphorus and red phosphorus. [H. S. 1954, 1969]

[(c) সাদা ফস্‌ফরাস ও লাল ফস্‌ফরাসের ভৌত ও রাসায়নিক ধর্মের তুলনা কর।]

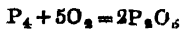
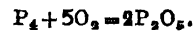
(d) State the uses of two forms of phosphorus.

[(d) দুই রকম ফস্‌ফরাসের ব্যবহার উল্লেখ কর।]

Ans. (a) **সাদা ফস্‌ফরাস হইতে লাল ফস্‌ফরাস প্রস্তুতি**—একটি আবদ্ধ লৌহ-পাত্রে (বা, নাইট্রোজেন বা কার্বন ডাই-অক্সাইডের ন্যায় কোন নিষ্ক্রিয় গ্যাসের মধ্যে) সাদা ফস্‌ফরাস রাখিয়া উহাকে 250°C পর্যন্ত উত্তপ্ত করা হয়। সামান্য পরিমাণ আয়োডিন অনুঘটক-রূপে মিশ্রিত করা হয়। এই অবস্থায় সাদা ফস্‌ফরাস তাপ উৎপাদন করিয়া আরেক রূপভেদ লাল ফস্‌ফরাসে পরিণত হয়। সাদা P→লাল P+Q calories। সামান্য ফস্‌ফরাস পাত্রের বায়ু দ্বারা জারিত হয় এবং অবশিষ্ট সাদা ফস্‌ফরাস লাল ফস্‌ফরাসে পরিণত হয়। উৎপন্ন লাল ফস্‌ফরাসের সহিত সামান্য অপরিবর্তিত সাদা ফস্‌ফরাস থাকিয়া যায় বলিয়া উৎপন্ন পদার্থ চূর্ণ করিয়া কষ্টিক সোডা দ্রবণে ফুটান হয়। সাদা ফস্‌ফরাস দ্রবীভূত হইয়া যায় এবং অদ্রবণীয় লাল ফস্‌ফরাস ফিল্‌টার করিয়া, উষ্ণ পাতিত জল দ্বারা ধৌত করিয়া স্টীমে শুষ্ক করা হয়।

(b) **লাল ফস্‌ফরাস হইতে সাদা ফস্‌ফরাস**—লাল ফস্‌ফরাসকে কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্যাসের মধ্যে 550°C পর্যন্ত উত্তপ্ত করা হয়। ফস্‌ফরাস বাষ্পীভূত হয়। শীতল করিলে এই বাষ্প সাদা ফস্‌ফরাসে ঘনীভূত হয়।

(c) **সাদা ও লাল ফস্‌ফরাসের ভৌত ও রাসায়নিক ধর্মের তুলনা** ঃ

সাদা ফস্‌ফরাস	লাল ফস্‌ফরাস
(i) সাদা ফস্‌ফরাস প্রায় বর্ণহীন, কাঁচা রসুনের গন্ধবিশিষ্ট কঠিন পদার্থ। সাধারণ তাপমাত্রায় অস্থায়ী প্রকৃতির, ধীরে ধীরে লাল ফস্‌ফরাসে পরিণত হয়।	(i) লাল ফস্‌ফরাস বেগুনী লাল বর্ণের গন্ধহীন স্থায়ী প্রকৃতির কঠিন পদার্থ।
(ii) সাদা ফস্‌ফরাসের ঘনত্ব 1·84, গলনাঙ্ক 44·1°C, জ্বলনাঙ্ক 35°C।	(ii) লাল ফস্‌ফরাসের ঘনত্ব 2·20, নির্দিষ্ট গলনাঙ্ক নাই (500°C – 600°C), গলনাঙ্ক 260°C।
(iii) সাদা ফস্‌ফরাস অত্যন্ত বিষাক্ত।	(iii) লাল ফস্‌ফরাস বিষাক্ত নয়।
(iv) সাদা ফস্‌ফরাস জলে অদ্রাব্য, কার্বন ডাই-সালফাইডে দ্রাব্য।	(iv) লাল ফস্‌ফরাস জলে ও কার্বন ডাই-সালফাইডে অদ্রাব্য।
(v) সাদা ফস্‌ফরাস খুব সক্রিয়। ইহা 30°C তাপমাত্রাতেই বায়ুর সংস্পর্শে স্বতঃস্ফূর্তভাবে ঈষৎ সবুজ শিখা সহ জ্বলিয়া উঠে এবং অক্সাইড গঠন করে। বায়ুতে উত্তপ্ত করিলে ফস্‌ফরাস পেন্টক্সাইড উৎপন্ন হয়। $P_4 + 5O_2 = 2P_2O_5$	(v) লাল ফস্‌ফরাসের সক্রিয়তা অনেক কম। সাধারণ তাপমাত্রায় বায়ুর সংস্পর্শে জ্বলিয়া উঠে না। 260°C তাপমাত্রার উপরে বায়ুতে উত্তপ্ত করিলে পেন্টক্সাইড উৎপন্ন হয়। $P_4 + 5O_2 = 2P_2O_5$.
(vi) সাদা ফস্‌ফরাস ক্লোরিনের সংস্পর্শে জ্বলিয়া উঠিয়া ফস্‌ফরাস ট্রাই ও পেন্টাক্লোরাইড উৎপন্ন করে। $P_4 + 6Cl_2 = 4PCl_3$; $P_4 + 10Cl_2 = 4PCl_5$।	(vi) উত্তপ্ত করিলে লাল ফস্‌ফরাস ক্লোরিনের সহিত যুক্ত হইয়া ট্রাই ও পেন্টাক্লোরাইড উৎপন্ন করে।
(vii) কষ্টিক সোডা বা পটাস ইত্যাদি তীব্র ক্ষার দ্রবণের সহিত ফুটাইলে উহা ফস্‌ফিন গ্যাস ও হাইপোফস্‌ফাইট লবণ উৎপন্ন করে। $P_4 + 3NaOH + 3H_2O = PH_3 + 3NaH_2PO_2$	(vii) কষ্টিক সোডা ও পটাসের সহিত লাল ফস্‌ফরাসের কোন বিক্রিয়া হয় না।

(d) **ব্যবহার**—সাদা ফস্‌ফরাস লাল ফস্‌ফরাস প্রস্তুতির জন্য, ফস্‌ফরাস পেন্টক্সাইড, ফস্‌ফোর ব্রোঞ্জ, ক্যালসিয়াম হাইপোফস্‌ফাইট ও আগুনে বোমা প্রস্তুতির

জন্য, ধূম্র-জাল (smoke-screen) সৃষ্টির জন্য ও ইঁদুরের বিষরূপে ব্যবহৃত হয়। লাল ফস্‌ফরাস সেফ্‌টিম্যাচ প্রস্তুতির জন্য, ল্যাবরেটরিতে হাইড্রো-ব্রোমিক ও হাইড্রো-আয়োডিক অ্যাসিড প্রস্তুতির জন্য ব্যবহৃত হয়।

Q. 112. (a) Show that white phosphorus is much more active than red phosphorus.

[লাল ফস্‌ফরাস অপেক্ষা সাদা ফস্‌ফরাস যে অধিক সক্রিয় তাহা দেখাও।]

(b) Why is white phosphorus stored under water ?

[H. S. 1969]

[সাদা ফস্‌ফরাস সর্বদা জলের মধ্যে ডুবাইয়া রাখা হয় কেন ?]

Ans. (a) সাদা ফস্‌ফরাস সাধারণ তাপমাত্রায় অক্সিজেন, ক্লোরিন, আয়োডিন ইত্যাদির সহিত তাপ ও আলোক উৎপাদন করিয়া জ্বলিয়া উঠে। কিন্তু লাল ফস্‌ফরাস সাধারণ তাপমাত্রায় উহাদের সহিত ঐ রকম কোন ক্রিয়া করে না।

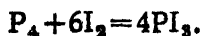
(i) সাধারণ তাপমাত্রায় বায়ুতে রাখিলে সাদা ফস্‌ফরাস জ্বলিয়া উঠে। তাপমাত্রা কম হইলেও বায়ুর সংস্পর্শে ইহা তাড়াতাড়ি জারিত হইয়া অক্সাইডে পরিণত হয়। ইহার ফলে সবুজ শিখাযুক্ত আলোক দেখা যায়।

এক টুক্‌রা সাদা ফস্‌ফরাস কার্বন ডাই-সালফাইডে দ্রবীভূত করিয়া দ্রবণের এক অংশ একখানি ফিল্‌টার কাগজের উপর সাবধানে ঢালা হইল। কার্বন ডাই-সালফাইড বাষ্পীভূত হইয়া যায় এবং সাদা ফস্‌ফরাস অবশিষ্ট থাকে। ফিল্‌টার কাগজটি স্বতঃ-স্ফূর্তভাবে জ্বলিয়া উঠে।

(ii) ক্লোরিন গ্যাস-পূর্ণ একটি গ্যাসজারে উজ্জ্বলন চামচের সাহায্যে এক টুক্‌রা সাদা ফস্‌ফরাস প্রবেশ করান হইল। ফস্‌ফরাস স্বতঃস্ফূর্তভাবে জ্বলিয়া উঠে এবং সাদা ধোঁয়া উৎপন্ন হয়। ফস্‌ফরাস ট্রাই ও পেণ্টা-ক্লোরাইড উৎপন্ন হয়।

$$P_4+6Cl_2=4PCl_3\ ;\ P_4+10Cl_2=4PCl_5$$

(iii) একটুক্‌রা সাদা ফস্‌ফরাস আয়োডিন-কেলাসের সংস্পর্শে আনা হইল। ইহা শিখা সহ জ্বলিয়া উঠে এবং ফস্‌ফরাস ট্রাই-আয়োডাইড উৎপন্ন হয়।

$$P_4+6I_2=4PI_3.$$

অপরপক্ষে, লাল ফস্‌ফরাস অক্সিজেনে 260°C তাপমাত্রার ঊর্ধ্বে এবং ক্লোরিন বা আয়োডিনের সহিত কেবলমাত্র উত্তপ্ত করিলেই বিক্রিয়া করে।

(b) বায়ুর সংস্পর্শে সাদা ফস্‌ফরাস স্বতঃস্ফূর্তভাবে জারিত হইয়া উহার অক্সাইডের ধোঁয়া নির্গত করে। এই ধোঁয়া অত্যন্ত বিষাক্ত। এইজন্য ফস্‌ফরাসকে সর্বদা জলের মধ্যে রাখা হয়।

Q. 113. How would you prove that white phosphorus and red phosphorus are allotropic modifications of the same element ?

[সাদা ফস্‌ফরাস ও লাল ফস্‌ফরাস যে একই মৌলের বিভিন্ন রূপ তাহা কিরূপে প্রমাণ করিবে ?]

Ans. (i) একই পরিমাণ বিশুদ্ধ সাদা ফস্‌ফরাস ও লাল ফস্‌ফরাস পৃথকভাবে অতিরিক্ত পরিমাণ বিশুদ্ধ ও শুষ্ক অক্সিজেনে দহন করিলে উভয় ক্ষেত্রেই ফস্‌ফরাস পেণ্টক্সাইড উৎপন্ন হয় এবং দেখা যায় যে উৎপন্ন পেণ্টক্সাইডের ওজন উভয় ক্ষেত্রেই সমান। $P_4 + 5O_2 = 2P_2O_5$।

(ii) নির্দিষ্ট পরিমাণ সাদা ফস্‌ফরাস সামান্য আয়োডিন-অনুঘটকের উপস্থিতিতে নাইট্রোজেন বা কার্বন ডাই-অক্সাইডের মধ্যে 240°C পর্যন্ত উত্তপ্ত করিলে উহা লাল ফস্‌ফরাসে পরিণত হয়। দেখা যায়, উৎপন্ন লাল ফস্‌ফরাসের পরিমাণ সাদা ফস্‌ফরাসের পরিমাণের সমান। আবার এই লাল ফস্‌ফরাসকে কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্যাসের মধ্যে 550°C পর্যন্ত উত্তপ্ত করিলে বাষ্পীভূত হয়। তাড়াতাড়ি শীতল করিলে এই বাষ্প সাদা ফস্‌ফরাসে ঘনীভূত হয়। এই সাদা ফস্‌ফরাসের ওজন, প্রথমে যে ফস্‌ফরাস লওয়া হইয়াছিল, তাহার ওজনের সমান।

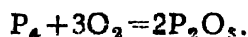
সুতরাং প্রমাণিত হইল যে সাদা ও লাল ফস্‌ফরাস একই মৌল ফস্‌ফরাসের বিভিন্ন রূপ।

Q. 114. Name the important oxides of phosphorus. How are they prepared ? What are their properties ?

[ফস্‌ফরাসের প্রধান অক্সাইডগুলির নাম কর। উহাদের কিরূপে প্রস্তুত করা হয় ? উহাদের ধর্ম কি ?]

Ans. ফস্‌ফরাস ট্রাই-অক্সাইড (P_2O_3) ও ফস্‌ফরাস পেণ্টাক্সাইড (P_2O_5)—এই দুইটি ফস্‌ফরাসের প্রধান অক্সাইড।

ফস্‌ফরাস ট্রাই-অক্সাইডের প্রস্তুতি—ফস্‌ফরাসকে অল্প পরিমাণ শুষ্ক বায়ুতে বা অক্সিজেনে মৃদু দহন করিলে ফস্‌ফরাস ট্রাই-অক্সাইড উৎপন্ন হয়।

$$P_4 + 3O_2 = 2P_2O_3.$$

একটি কাচের নলে সাদা ফস্‌ফরাস রাখিয়া উহাকে শুষ্ক বায়ু প্রবাহে ধীরে ধীরে উত্তপ্ত করিলে ট্রাই অক্সাইড ও সামান্য পরিমাণ পেণ্টক্সাইড উৎপন্ন হয়। কাচ-নলের এক প্রান্তে একটি ধাতব কনডেনসার যুক্ত থাকে; কনডেনসারের বাহিরের আবরণীতে jacket) উষ্ণ জল (50°C—60°C) প্রবাহিত করান হয় এবং মধ্যের নলে গ্লাস-উল glass wool) দেওয়া থাকে। অক্সাইড-মিশ্রণটি কনডেনসারের মধ্যের নল দিয়া যাইবার সময় P_2O_5 ঐ তাপমাত্রায় বাষ্পীভূত হইয়া কনডেনসারের সহিত যুক্ত এবং হিম-মিশ্রণে বসান U-নলের মধ্যে জমা হয়। U-নলকে সামান্য উত্তপ্ত করিলে P_2O_3 গলিয়া নীচের পাত্রে জমা হয়। গ্লাস উল্ থাকার জন্য কঠিন P_2O_5 মধ্যের নলেই থাকিয়া যায়।

ধর্ম—ফস্‌ফরাস ট্রাই-অক্সাইড সাদা স্ফটিকাকার পদার্থ, গলনাঙ্ক 23·8°C। ইহা অম্লজাতীয় অক্সাইড। শীতল জলে দ্রবীভূত হইয়া ফস্‌ফরাস অ্যাসিড উৎপন্ন করে। $P_2O_3 + 3H_2O = 2H_3PO_3$।

ফস্‌ফরাস পেণ্টক্সাইডের প্রস্তুতি (H. S. 1961)—শুষ্ক ফসফরাসকে অতিরিক্ত শুষ্ক বায়ু বা অক্সিজেনে দহন করিলে ফস্‌ফরাস পেণ্টক্সাইড উৎপন্ন হয়। $P_4 + 5O_2 = 2P_2O_5$। ছোট তামার চামচে অল্প অল্প করিয়া শুষ্ক সাদা ফস্‌ফরাস লইয়া একটি বড় লৌহ-চোঙের মধ্যে অতিরিক্ত পরিমাণ শুষ্ক বায়ুতে দহন করা হয়। ফস্‌ফরাস পেণ্টক্সাইড উৎপন্ন হইয়া চোঙের তলদেশে সঞ্চিত হয়। উৎপন্ন পদার্থে সামান্য P_2O_3 থাকে বলিয়া উহাকে লৌহ-নলের মধ্যে রাখিয়া 600°C-700°C তাপমাত্রায় অক্সিজেন-প্রবাহে উত্তপ্ত করা হয়। ইহাতে P_2O_3 জারিত হইয়া P_2O_5-এ পরিণত হয়।

ধর্ম—ফস্‌ফরাস পেণ্টক্সাইড সাদা উদগ্রাহী কঠিন পদার্থ, 250°C-এ উৎক্ষিপ্ত হয়। ইহা আম্লিক অক্সাইড এবং জলের প্রতি ইহার আকর্ষণ খুব বেশী। শীতল জলের সহিত ইহা মেটা-ফস্‌ফরিক অ্যাসিড উৎপন্ন করে। $P_2O_5 + H_2O = 2HPO_3$। জল মিশাইয়া ফুটাইলে ইহা অর্থো-ফস্‌ফরিক অ্যাসিডে পরিণত হয়।

$P_2O_5+3H_2O=2H_3PO_4$। সুতরাং ইহা ফস্‌ফরিক অ্যাসিডের নিরুদক। জলের প্রতি ইহার আকর্ষণ এত বেশী যে H_2SO_4 ও HNO_3 হইতে জল অপসারিত করিয়া উহাদের নিরুদক উৎপন্ন করে। $H_2SO_4+P_2O_5=2HPO_3+SO_3$; $2HNO_3+P_2O_5=2HPO_3+N_2O_5$। আর্দ্র পদার্থ শুষ্ক করিবার জন্য ইহা ব্যবহৃত হয়।

Q. 115. How is orthophosphoric acid prepared from :

(a) bone ash [H. S. 1963 (Comp.), '67, '69, '70 (Comp.)]

(b) red phosphorus

(c) phosphorus pentoxide

(d) a phosphatic mineral ? [H. S 1963 (comp.)]

[(a) অস্থি ভস্ম, (b) লাল ফস্‌ফরাস, (c) ফস্‌ফরাস পেণ্টক্সাইড ও (d) ফস্‌ফেট খনিজ হইতে কিরূপে ফস্‌ফরিক অ্যাসিড প্রস্তুত করা হয় ?]

Ans. (a) **অস্থি-ভস্ম হইতে অর্থো-ফস্‌ফরিক অ্যাসিডের প্রস্তুতি**—সীসার আস্তরণ দেওয়া লোহার ট্যাংকে অস্থি-ভস্ম চূর্ণ ও 60% সালফিউরিক অ্যাসিড-এর মিশ্রণ ফুটান হয়। অস্থি-ভস্ম (ক্যালসিয়াম ফস্‌ফেট) সালফিউরিক অ্যাসিড দ্বারা বিযোজিত হইয়া অর্থো-ফস্‌ফরিক অ্যাসিড ও ক্যালসিয়াম সালফেট উৎপন্ন হয়। $Ca_3(PO_4)_2 + 3H_2SO_4=2H_3PO_4+3CaSO_4$। অদ্রবণীয় ক্যালসিয়াম সালফেট কেক-স্তরে (cake bed) ফিলটার করিয়া পৃথক করা হয়। পরিস্রুত অর্থো-ফস্‌ফরিক অ্যাসিডের দ্রবণ। তাপ-প্রয়োগে গাঢ় করিয়া ইহাকে ফস্‌ফরিক অ্যাসিডের সিরাপে (85% অ্যাসিড, আপেক্ষিক গুরুত্ব 1·7) পরিণত করা হয়।

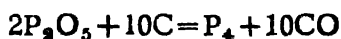
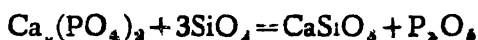
(b) **লাল ফস্‌ফরাস হইতে**—গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিড ও লাল ফস্‌ফরাস মিশ্রিত করিয়া ফুটান হয়। একটি ছোট আয়োডিনের কেলাস অনুঘটকরূপে ইহাদের সহিত মিশাইয়া দেওয়া হয়। উৎপন্ন দ্রবণকে প্রায় 200°C পর্যন্ত উত্তপ্ত করিয়া গাঢ় করা হয়। গাঢ় দ্রবণটি হিম-মিশ্রণে বসানো ভেকুয়াম ডেসিকেটরে গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডের উপর রাখিয়া ঠাণ্ডা করা হয়। বিশুদ্ধ ফস্‌ফরিক অ্যাসিড পাওয়া যায়।

$P_4+10HNO_3+H_2O=4H_3PO_4+5NO+5NO_2$

(c) **ফস্‌ফরাস পেণ্টক্সাইড হইতে**—ফস্‌ফরাস পেণ্টক্সাইড জলে মিশাইলে

হিস্‌হিস্ শব্দ করিয়া ইহা জলে দ্রবীভূত হয়। এই জলীয় দ্রবণ ফুটাইলে অর্থো-ফস্‌ফরিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়। $P_2O_5+3H_2O=2H_3PO_4$.

(b) **ফস্‌ফেট খনিজ হইতে**—ফস্‌ফেট খনিজ যথা, (ফস্‌ফোরাইট, অ্যাপাটাইট) ও সিলিকার মিশ্রণকে তড়িৎ-চুল্লীতে তীব্র উত্তপ্ত করা হয়। চুল্লীতে বায়ু প্রবেশ করাইয়া উৎপন্ন ফস্‌ফরাস-বাষ্প ও কার্বন মনোক্সাইডকে যথাক্রমে ফস্‌ফরাস পেন্টক্সাইড ও কার্বন ডাই-অক্সাইডে পরিণত করা হয়। গ্যাস-মিশ্রণ শীতল হইলে উহার উপর জলের ধারা দেওয়া হয়। ফস্‌ফরিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়।

$$Ca_3(PO_4)_2+3SiO_2=CaSiO_3+P_2O_5$$
$$2P_2O_5+10C=P_4+10CO$$
$$P_4+10CO+10O_2=2P_2O_5+10CO_2$$
$$2P_2O_5+6H_2O=4H_3PO_4$$

Q. 116. (i) What is superphosphate of lime? What are its use? [H. S. 1953 (Comp.), '66, '67, '67 (comp.)]

[সুপার-ফস্‌ফেট অব লাইম কি? ইহার ব্যবহার কি?]

(ii) What are arsenites and arsenates? What are their uses? [H. S. 1963 (comp); 1956]

[আর্সেনাইট ও আর্সেনেট কাহাকে বলে? উহাদের ব্যবহার কি কি?]

Ans. (i) খনিজ ফস্‌ফেট যথা—ফস্‌ফোরাইট, অ্যাপাটাইট এবং চেম্বার সালফিউরিক অ্যাসিডের (60-70% সালফিউরিক অ্যাসিড) বিক্রিয়ার দ্বারা মনোক্যালসিয়াম ফস্‌ফেট উৎপন্ন হয়। $Ca_3(PO_4)_2+2H_2SO_4+4H_2O=Ca(H_2PO_4)_2+2(CaSO_4,2H_2O)$। মনোক্যালসিয়াম ফস্‌ফেট ও ক্যালসিয়াম সালফেটের মিশ্রণকে সুপার ফস্‌ফেট অব লাইম বলে। অধিক পরিমাণে শস্য উৎপাদনের জন্য জমিতে সার হিসাবে ইহা ব্যবহৃত হয়।

খনিজ ফস্‌ফেটের সহিত সালফিউরিক অ্যাসিডের পরিবর্তে গাঢ় ফস্‌ফরিক অ্যাসিডের ক্রিয়ায় ট্রিপল সুপার ফস্‌ফেট এবং নাইট্রিক অ্যাসিডের ক্রিয়ায় নাইট্রেটেড সুপার ফস্‌ফেট পাওয়া যায়। সাধারণ সুপার ফস্‌ফেট অপেক্ষা সার হিসাবে ইহারা অধিক কার্যকরী।

(ii) আর্সেনিয়াস অ্যাসিডের (H_3AsO_3) লবণকে আর্সেনাইট বলে। উজ্জ্বল সবুজ বর্ণের কিউপ্রিক আর্সেনাইট রঞ্জক (pigment) রূপে ও কীটাণুনাশকরূপে ব্যবহৃত হয়। কিউপ্রিক আর্সেনাইট ও কিউপ্রিক অ্যাসিটেটের মিশ্রণ (প্যারিস গ্রীন) কীটাণুনাশকরূপে ও তৈলচিত্রে রঞ্জকরূপে ব্যবহৃত হয়। সোডিয়াম আর্সেনাইট ও লেড আর্সেনাইট কৃষিক্ষেত্রের আগাছা ধ্বংস করিবার জন্য ব্যবহৃত হয়।

আর্সেনিক অ্যাসিডের (H_3AsO_4) লবণকে আর্সেনেট বলে। সাধারণ সোডিয়াম আর্সেনেট বস্ত্রশিল্পে, ক্যালসিয়াম ও ম্যাঙ্গানিজ আর্সেনেট ফলগাছের কীটাণুনাশকরূপে ব্যবহৃত হয়।

Q. 117. State, with equations, what happens when—

(a) White phosphorus is boiled with caustic soda solution.
[1967 (Comp.) : '71]

(b) Red phosphorus is boiled with conc. nitric acid.
[1967 (Comp.)]

(c) White phosphorus is added to cold copper sulphate solution.

(d) A piece of phosphorus is put in contact with iodine crystals.

(e) Phosphorus pentoxide is boiled with water.

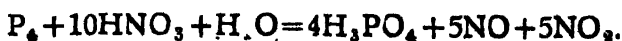
(f) Calcium phosphate is strongly heated with sulphuric acid and charcoal.

(g) Phosphoric acid is heated. [H. S. 1970 (Comp.)]

Ans. (a) ফস্‌ফিন গ্যাস এবং সোডিয়াম হাইপোফসফাইট উৎপন্ন হয়।

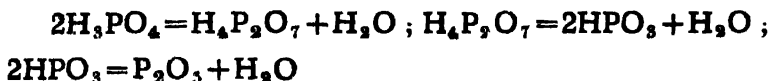
$$P_4+3NaOH+3H_2O=PH_3+3NaH_2PO_2$$

(b) গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিড উত্তপ্ত অবস্থায় লাল ফস্‌ফরাসকে জারিত করিয়া অর্থো-ফস্‌ফরিক অ্যাসিডে পরিণত করে এবং নিজে নাইট্রিক অক্সাইড ও নাইট্রোজেন ডাই-অক্সাইডে বিজারিত হয়।

$$P_4+10HNO_3+H_2O=4H_3PO_4+5NO+5NO_2.$$

(c) কপার সালফেট ধাতব কপারে বিজারিত হয় এবং ফস্‌ফরাস ফস্‌ফরিক অ্যাসিডে পরিণত হয়।

$$2P+5CuSO_4+8H_2O=5Cu+2H_3PO_4+5H_2SO_4$$

(d) 112 নং প্রশ্নোত্তরে (iii) অংশ দেখ। (e) 114 নং প্রশ্নোত্তরে P_2O_5-এর ধর্ম দেখ। (f) 110 (b) নং প্রশ্নোত্তর দেখ। (g) পাইরোফস্‌ফরিক অ্যাসিড, মেটা ফস্‌ফরিক অ্যাসিড এবং কিছু ফস্‌ফরাস পেণ্টক্সাইড উৎপন্ন হয়।

$2H_3PO_4 = H_4P_2O_7 + H_2O$; $H_4P_2O_7 = 2HPO_3 + H_2O$; $2HPO_3 = P_2O_5 + H_2O$

Q. 118. Compare the physical and chemical properties of nitrogen, phosphorus and arsenic.

["নাইট্রোজেন, ফস্‌ফরাস ও আর্সেনিকের ভৌত ও রাসায়নিক ধর্মগুলি তুলনা কর।]

Or,

Discuss the statement :—"Nitrogen, phosphorus and arsenic belong to the same family."

[আলোচনা কর :—"নাইট্রোজেন, ফস্‌ফরাস ও আর্সেনিক একই গোষ্ঠীর মৌল।"]

Ans. নাইট্রোজেন, ফস্‌ফরাস ও আর্সেনিক—এই তিনটি মৌলের ধর্মের মধ্যে অনেক সাদৃশ্য আছে। উহাদের ধর্মগুলি তুলনা করিলে ইহা স্পষ্টই প্রতীয়মান হয়। এইজন্য মৌল তিনটিকে একই গোষ্ঠীভুক্ত বলিয়া বর্ণনা করা হয়। নিম্নে মৌল তিনটির ধর্মের তুলনামূলক বর্ণনা দেওয়া হইল।

ভৌত ধর্ম—(i) নাইট্রোজেন ও ফস্‌ফরাস মৌল দুইটি অধাতু; আর্সেনিক ধাতুকল্প। (ii) সাধারণ অবস্থায় নাইট্রোজেন গ্যাসীয়, ফস্‌ফরাস ও আর্সেনিক কঠিন পদার্থ। (iii) নাইট্রোজেন প্রকৃতিতে মৌলাবস্থায় ও যোগরূপে থাকে ফস্‌ফরাস ও আর্সেনিক যৌগিক পদার্থরূপে থাকে। (iv) নাইট্রোজেনের পারমাণবিক ওজন 14, পরমাণু-ক্রমাংক 7, ফস্‌ফরাসের পারমাণবিক ওজন 30·98, পরমাণু-ক্রমাংক 15, আর্সেনিকের পারমাণবিক ওজন 74·9, পরমাণু-ক্রমাংক 33। (v) তিনটি মৌলেরই বহুরূপতা আছে। সাধারণ নাইট্রোজেন ও সক্রিয় (active) নাইট্রোজেন—নাইট্রোজেনের দুই রূপভেদ। সাদা ও লাল ফস্‌ফরাস—ফস্‌ফরাসের দুই প্রধান রূপভেদ। হলুদ আর্সেনিক, কালো আর্সেনিক ও ধূসর আর্সেনিক—আর্সেনিকের তিনটি রূপভেদ। (vi) মৌল তিনটির যোজ্যতা পরিবর্তনশীল—তিন এবং পাঁচ উহাদের

প্রধান যোজ্যতা। (vii) নাইট্রোজেনের অণুতে দুইটি পরমাণু, ফসফরাস ও আর্সেনিকের (গ্যাসীয় অবস্থায়) অণুতে চারিটি পরমাণু আছে।

রাসায়নিক ধর্ম—(i) নাইট্রোজেন নিষ্ক্রিয়, ফস্‌ফরাস অত্যন্ত সক্রিয় এবং বায়ুতে রাখিলে আগুন জলিয়া উঠে। বায়ুতে উত্তপ্ত করিলে আর্সেনিক উহার অক্সাইডে পরিণত হয়।

(ii) হাইড্রাইড (Hydrides)—তিনটি মৌলই হাইড্রোজেনের সহিত যৌগ উৎপন্ন করে। নাইট্রোজেনের হাইড্রাইড হইল NH_3, N_2H_4 (হাইড্রাজিন,) N_3H (হাইড্রোজোয়িক অ্যাসিড)।

NH_3 স্থায়ী প্রকৃতির ক্ষারধর্মী গ্যাস, জলে অত্যন্ত দ্রাব্য, জলীয় দ্রবণ লাল লিটমাস নীল করে। N_2H_4 ক্ষারকীয় তরল, N_3H তরল অ্যাসিড। PH_3, (ফসফিন্), এবং P_2H_4 ফস্‌ফরাসের হাইড্রাইড। PH_3 অস্থায়ী প্রকৃতির মৃদু ক্ষারকীয়ধর্মী গ্যাস, জলে সামান্য দ্রাব্য, ইহার জলীয় দ্রবণে লিটমাসের বর্ণ অপরিবর্তিত থাকে। AsH_3 (আর্সিন) জলে অদ্রবণীয় গ্যাস, ক্ষারকীয়-ধর্মহীন।

(iii) অক্সাইড ও অক্সি-অ্যাসিড (Oxides and Oxy-acids)—তিনটি মৌলেরই একাধিক অক্সাইড আছে। N_2O, NO, N_2O_3, N_2O_4, N_2O_5 —এইগুলি নাইট্রোজেনের অক্সাইড। ইহাদের মধ্যে N_2O ও NO প্রশম অক্সাইড এবং N_2O_3, N_2O_4, N_2O_5 আম্লিক অক্সাইড। N_2O_3 জলে দ্রবীভূত হইয়া নাইট্রাস অ্যাসিড ও N_2O_5 নাইট্রিক অ্যাসিড উৎপন্ন করে। $N_2O_3+H_2O= 2HNO_2$; $N_2O_5+H_2O=2HNO_3$। N_2O_4 জলে নাইট্রাস ও নাইট্রিক অ্যাসিড উৎপন্ন করে। ফস্‌ফরাসের অক্সাইড P_2O_3, P_2O_4, P_2O_5 এবং ইহারা আম্লিক অক্সাইড। জলে দ্রবীভূত হইয়া P_2O_3 ফসফরাস অ্যাসিড এবং P_2O_5 ফসফরিক অ্যাসিড উৎপন্ন করে। $P_2O_3+3H_2O=2H_3PO_3$; $P_2O_5+ 3H_2O=2H_3PO_4$। আর্সেনিকের অক্সাইডের মধ্যে As_2O_3 উভধর্মী ; As_2O_5 অ্যাসিডধর্মী।

(iv) ক্লোরাইড (Chlorides)—নাইট্রোজেনের ক্লোরাইড NCl_3 (বিস্ফোরক তরল), ফসফরাসের ক্লোরাইড PCl_3 (তরল) ও PCl_5 (সাদা পাউডার) এবং আর্সেনিকের ক্লোরাইড $AsCl_3$ (তরল পদার্থ)। ক্লোরাইডগুলি অস্থায়ী প্রকৃতির

এবং সহজেই আর্দ্র-বিশ্লেষিত (hydrolysed) হয়। $NCl_3+3H_2O=NH_3+3HOCl$; $PCl_3+3H_2O=3HCl+H_3PO_3$; $AsCl_3+H_2O \rightleftharpoons AsOCl+2HCl$ ।

(v) সালফাইড (Sulphides)—নাইট্রোজেনের সালফাইড N_2S_5 একটি গাঢ় লাল বর্ণের তরল ; ফস্‌ফরাসের সালফাইড P_2S_5 হাল্‌কা হলুদ বর্ণের কঠিন। আর্সেনিকের সালফাইড As_2S_3 ও As_2S_5 হলুদ বর্ণের কঠিন।

(vi) ধাতব-যৌগ (Metallic compounds)—তিনটি মৌলই ধাতুর সহিত যৌগ উৎপন্ন করে। যথা, Mg_3N_2, Ca_3P_2, Na_3As। ইহারা জল দ্বারা আর্দ্রবিশ্লিষ্ট হয়। $Mg_3N_2+6H_2O=3Mg(OH)_2+2NH_3$; $Ca_3P_2+6H_2O=3Ca(OH)_2+2PH$ ।

Additional Questions with hints on answers

CHAPTER X

1. What are the reasons for considering phosphorus as a chemical analogue of nitrogen ?

[Ans. 118নং প্রশ্নোত্তরে N ও P-এর তুলনা দেখ।]

2. How would you convert white phosphorus into red phosphorus and vice-versa ? [Cf. H. S. 1964 (Comp.)]

[Ans. 111 (a) ও (b) নং প্রশ্নোত্তর দেখ।]

3. Starting from bone ash how would you prepare phosphorus, phosphorus tri-oxide, phosphorus pentoxide, ortho-phosphoric acid ?

[Ans. 110, 114, 115 নং প্রশ্নোত্তর দেখ।]

4. Starting from white phosphorus how would you prepare (a) red phosphorus, (b) phosphorus pentoxide and (c) ortho-phosphoric acid ? [H. S. 1961]

[Ans. 110 (a), 114, 115নং প্রশ্নোত্তর দেখ।]

5. What substance are formed when phosphorus is (a) heated in air, (b heated with nitric acid ; what is the relationship between the substances formed in the above two cases ?

[Hints—(a) ফস্‌ফরাস পেণ্টক্সাইড ও (b) অর্থো-ফস্‌ফরিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়। P_2O_5 অর্থো-ফস্‌ফরিক অ্যাসিডের নিরুদক। 114নং প্রশ্নোত্তর দেখ।]

CHAPTER XI

Carbon and its oxides

[কার্বন ও উহার অক্সাইড]

Q. 119. (a) What is meant by allotropy ?

[H. S. 1967, '70 (Comp.)]

(b) Give a brief account of the different allotropic forms of carbon and state their uses. [H. S. 1965]

[(a) বহুরূপতা কাহাকে বলে ? (b) কার্বনের বিভিন্ন রূপের সংক্ষিপ্ত বিবরণ দাও এবং উহাদের ব্যবহার উল্লেখ কর।]

Ans. (a) **বহুরূপতা** (allotropy)—যে গুণের জন্য একটি মৌলিক পদার্থ ভিন্ন ভিন্ন রূপে বর্তমান থাকিয়া বিভিন্ন ধর্ম-সম্পন্ন হয় তাহাকে **বহুরূপতা** (allotropy) বলে। একই মৌলিক পদার্থের এই বিভিন্ন রূপকে **রূপভেদ** (allotropic modifications or allotropes) বলে।

উদাহরণ—সাদা ফসফরাস ও লাল ফস্‌ফরাস মৌলিক পদার্থ ফস্‌ফরাসের দুইটি রূপভেদ। ডায়মণ্ড, গ্রাফাইট, কাঠকয়লা, ভুসাকালি, কোক, গ্যাস-কার্বন মৌলিক পদার্থ কার্বনের রূপভেদ। সুতরাং, ফসফরাস ও কার্বন মৌল দুইটির বহুরূপতা আছে।

(c) **কার্বনের বহুরূপতা ও রূপভেদের ব্যবহার**—কার্বনের রূপভেদের দুইটি স্ফটিকাকার, যথা—ডায়মণ্ড (হীরক) ও গ্রাফাইট ; অপরগুলি অনিয়তাকার ; যথা—উদ্ভিদ্‌ অংগার (wood charcoal), প্রাণিজ অংগার (animal charcoal), ভুসা কয়লা (lamp black), কোক্‌ (coke), গ্যাস কার্বন (gas carbon)।

ডায়মণ্ড বা হীরক—খনিজ পদার্থ হীরক ব্রেজিল, দক্ষিণ আফ্রিকা ও ভারতবর্ষে পাওয়া যায়। বিশুদ্ধ হীরক বর্ণহীন, স্বচ্ছ, উজ্জ্বল ও স্ফটিকাকার। ইহা কঠিনতম পদার্থ ও সর্বাপেক্ষা ঘন। ইহা অত্যন্ত নিষ্ক্রিয় এবং তড়িৎ ও তাপ অপরিবাহী। ইহার মধ্য দিয়া রঞ্জনরশ্মি অতিক্রম করে। অত্যধিক তাপমাত্রায় ইহা অক্সিজেন দ্বারা কার্বন ডাই-অক্সাইডে জারিত হয় এবং গলিত সোডিয়াম কার্বনেট দ্বারা ধীরে ধীরে আক্রান্ত হইয়া কার্বন মনোক্সাইড উৎপন্ন করে। বিজ্ঞানী ময়সাঁ (Moissan)

বিশুদ্ধ কার্বন হইতে কৃত্রিম উপায়ে হীরক প্রস্তুত করিয়াছেন। কিন্তু এইরূপে প্রস্তুত হীরক খুবই ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র কণারূপে পাওয়া যায় বলিয়া প্রাকৃতিক হীরকের ন্যায় ইহার মূল্য নাই।

হীরক সাধারণতঃ রত্নরূপে ব্যবহৃত হয়। শক্ত বলিয়া কাচ ও পাথর কাটিবার জন্য ও মসৃণ করিবার জন্য ইহা ব্যবহৃত হয়।

গ্রাফাইট—সাইবেরিয়া, সিংহল, ইটালী ও যুক্তরাষ্ট্রে গ্রাফাইট খনিজরূপে পাওয়া যায়। গ্রাফাইটের খনিজের নাম প্লম্বাগো (Plumbago)। কৃত্রিম উপায়েও ইহা বর্তমানে প্রস্তুত করা হয়। গ্রাফাইট ধূসর বর্ণের নরম স্ফটিকাকার পদার্থ এবং ধাতুর মত উজ্জ্বল। ইহা তাপ ও তড়িতের উত্তম পরিবাহক। ইহাকে কাগজে ঘসিলে কালো দাগ পড়ে। অক্সিজেনে উত্তপ্ত করিলে কার্বন ডাই-অক্সাইড উৎপন্ন হয়।

তড়িৎ চুল্লীতে ও অনেক তড়িৎ-বিশ্লেষণে গ্রাফাইট তড়িৎ-দ্বার (electrode)-রূপে, পেন্সিলের সীসরূপে, পিচ্ছিলকারক তৈলের (lubricating) উপাদান হিসাবে ব্যবহৃত হয়।

উদ্ভিদ্ অংগার (কাঠ কয়লা)—কাঠের অন্তর্ধূম পাতনের ফলে উদ্বায়ী পদার্থ নির্গত হইয়া গেলে যে অবশেষ পড়িয়া থাকে, তাহাকে উদ্ভিদ্-অংগার বা কাঠ-কয়লা বলে। চিনির অন্তর্ধূম পাতন দ্বারা বা গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড ও চিনির বিক্রিয়ায় শর্করা-কয়লা (sugar charcoal) প্রস্তুত করা হয়। বিভিন্ন অংগারের মধ্যে ইহাই বিশুদ্ধতম।

প্রাণিজ অংগার—প্রাণিদেহের হাড়ের অন্তর্ধূম পাতনের ফলে উদ্বায়ী পদার্থ নির্গত হইয়া যায় এবং যে কালো অবশেষ পড়িয়া থাকে তাহাকে প্রাণিজ অংগার বলে। ইহাতে ক্যালসিয়াম ফস্‌ফেট, কার্বনেট ইত্যাদি মিশ্রিত থাকে। প্রাণিজ অংগারের ফস্‌ফেটকে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডে দ্রবীভূত করিলে যে কালো কার্বন পড়িয়া থাকে তাহাকে আইভরি ব্ল্যাক্ (ivorp black) বলে। রক্তের অন্তর্ধূম পাতন করিলে রক্তকয়লা (blood charcoal) পাওয়া যায়।

অংগার কালো এবং নরম অনিয়তাকার কঠিন পদার্থ। ইহা তাপ ও তড়িতের কুপরিবাহী। ইহার সূক্ষ্ম ছিদ্রের মধ্যে বায়ু থাকে বলিয়া জল অপেক্ষা ভারী হওয়া সত্ত্বেও ইহা জলে ভাসে। সছিদ্রতার জন্য অংগারের গ্যাস শোষণ করিবার ক্ষমতা

আছে। ছিদ্রের গায়ে গ্যাস আকৃষ্ট হয়—এই প্রক্রিয়াকে বহির্ধৃতি (adsorption) বলে। ইহা রঙীন দ্রবণকে শোষণ করিয়া উহাকে বর্ণহীন করে। আংগার একটি শক্তিশালী বিজারক পদার্থ। উচ্চ তাপমাত্রায় ইহা CuO, PbO, Fe_2O_3, ZnO ইত্যাদি অক্সাইডকে ধাতুতে, স্টীমকে হাইড্রোজেনে, কার্বন ডাই-অক্সাইডকে কার্বন মনোক্সাইডে বিজারিত করে। $CuO+C=Cu+CO$; $H_2O+C=H_2+CO$; $CO_2+C=2CO$। গাঢ় সালফিউরিক বা নাইট্রিক অ্যাসিড দ্বারা উত্তপ্ত করিলে ইহা কার্বন ডাই-অক্সাইডে জারিত হয়। $C+2H_2SO_4=CO_2+2SO_2+2H_2O$; $C+4HNO_3=CO_2+4NO_2+2H_2O$। সালফার, নাইট্রোজেন ও হাইড্রোজেনের সহিত উচ্চ তাপমাত্রায় যুক্ত হইয়া যথাক্রমে কার্বন ডাই-সালফাইড, সায়ানোজেন ও অ্যাসিটিলিন উৎপন্ন করে। $C+2S=CS_2$; $2C+N_2=C_2N_2$; $2C+H_2=C_2H_2$।

উত্তপ্ত ক্যালসিয়াম, অ্যালুমিনিয়াম ও আয়রণের সহিত যুক্ত হইয়া ধাতব কার্বাইড উৎপন্ন করে। $Ca+2C=CaC_2$; $3Fe+C=Fe_3C$।

উদ্ভিদ্ অংগার জ্বালানিরূপে, ধাতু নিষ্কাশনে বিজারকরূপে, পরিস্রাবক (filter) রূপে, দূষিত বাষ্প শোষকরূপে ব্যবহৃত হয়। প্রাণিজ অংগার চিনি শোধন করিবার জন্য এবং আইভরি ব্ল্যাক্ রং হিসাবে ব্যবহৃত হয়।

ভুসা কয়লা—কেরোসিন তৈল, তার্পিন তৈল, বেন্‌জিন্, পেট্রোলিয়াম ইত্যাদি কার্বনবহুল পদার্থ অপ্রচুর বায়ুতে দহন করিয়া নির্গত ধূম শীতল পাত্রে জমা করিলে ভুসা-কয়লা পাওয়া যায়। ইহা ছাপার কালি, জুতার কালি ও কালো রঞ্জক হিসাবে ব্যবহৃত হয়।

কোক্ ও গ্যাস-কার্বন—প্রকৃতিজাত কয়লার অন্তর্ধূম পাতন দ্বারা উদ্বায়ী পদার্থ নির্গত হইবার পর যে অনুদ্বায়ী কঠিন পদার্থ অবশিষ্ট থাকে তাহাকে কোক্ বলা হয়। কয়লার অন্তর্ধূম পাতনের সময়ে বকযন্ত্রের অপেক্ষাকৃত শীতল অংশে যে শক্ত ও কালো পদার্থ জমা হয় তাহাকে গ্যাস-কার্বন বলে।

কোক্ ধাতু-নিষ্কাশনে জ্বালানি ও বিজারকরূপে এবং গ্যাস-কার্বন তড়িৎ-বিশ্লেষণে তড়িৎদ্বার-রূপে, অনেক ব্যাটারীতে ক্যাথোডরূপে ও আর্ক-দীপের তড়িৎদ্বার-রূপে ব্যবহৃত হয়।

Q. 120. Describe experiments to show the use of charcoal for absorbing gases and for removing undesirable colouring matter.

[গ্যাস শোষণ করিবার এবং পদার্থের অবাঞ্ছনীয় রং শোধন করিবার জন্য যে অংগার ব্যবহার করা হয় তাহা দেখাইয়া পরীক্ষা বর্ণনা কর।]

Ans. ছিদ্রবিশিষ্ট হওয়ার জন্য চারকোল গ্যাসীয় ও তরল পদার্থ শুষিয়া লইতে পারে।

(i) একটি গ্যাস-জারে অ্যামোনিয়া গ্যাস ভর্তি করিয়া গ্যাস-জারটি উপুড় করিয়া একটি পারদপূর্ণ পাত্রের উপর ধরা হইল। একখণ্ড কাঠকয়লা উত্তপ্ত করিয়া উহার ছিদ্রের মধ্য হইতে বায়ু বাহির করিয়া দিয়া কাঠকয়লাটি অ্যামোনিয়া জারের মধ্যে প্রবেশ করান হইল। দেখা যায়, পারদ গ্যাস-জার বাহিয়া উপরে উঠিতেছে। ইহার কারণ, কাঠকয়লা অ্যামোনিয়া গ্যাস শোষণ করিবার ফলে গ্যাস-জারে শূন্যতার সৃষ্টি হইয়াছে।

(ii) লাল বা নীল লিটমাসের লঘু দ্রবণের সহিত প্রাণিজ অংগার মিশাইয়া ফুটান হইল। ফিল্টার করিলে দেখা যায় যে পরিস্রুত বর্ণহীন হইয়াছে। ইহার কারণ, অংগার লিটমাসের রঙ শোষণ করিয়াছে। নীলের জলীয় দ্রবণ লইয়াও এই পরীক্ষাটি করা যায়।

(iii) বাদামী বর্ণের অপরিষ্কার চিনির জলীয় দ্রবণের সহিত প্রাণিজ অংগার মিশাইয়া নাড়িয়া দেওয়া হইল এবং ফিল্টার করা হইল। পরিস্রুত চিনির স্বচ্ছ জলীয় দ্রবণ। রঙীন পদার্থ অংগার দ্বারা শোষিত হইয়াছে।

Q. 121. How would you show that all the allotropes of carbon are modifications of the same element ?

[বিভিন্ন প্রকারের কার্বন যে একই মৌলিক পদার্থের রূপভেদ তাহা কিরূপে দেখাইবে ?]

Ans. কার্বনের বিভিন্ন রূপভেদের একই পরিমাণ লইয়া অতিরিক্ত পরিমাণ শুষ্ক ও বিশুদ্ধ অক্সিজেনে দহন করিলে একই পরিমাণ কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্যাস উৎপন্ন হয় $C + O_2 = CO_2$।

একটি দীর্ঘ কাচ নলের মধ্যে পোর্সেলিন বোটে কার্বনের একটি রূপভেদের যথা, শর্করা কয়লার (sugar charcoal) নির্দিষ্ট পরিমাণ লওয়া হয়। কাচ নলের অধিকাংশ স্থান জুড়িয়া কালো কিউপ্রিক অক্সাইড থাকে এবং কিউপ্রিক অক্সাইডের দিকের প্রান্তে পূর্বে ওজন করা পটাস্ বাল্‌ব লাগান থাকে। কাচ নলের অপর প্রান্ত হইতে বিশুদ্ধ ও শুষ্ক অক্সিজেন প্রবাহিত করান হয় এবং কাচ-নলটি তীব্র উত্তপ্ত করা হয়। বিক্রিয়ায় উৎপন্ন কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্যাস পটাস বাল্‌বে শোষিত হয়। পটাস্ বাল্‌বের পরের ও পূর্বের ওজনের পার্থক্য হইতে উৎপন্ন কার্বন ডাই-অক্সাইডের পরিমাণ নির্ণয় করা হয়।

শর্করা কয়লার পরিবর্তে অন্যান্য রূপভেদগুলির যথা, হীরক, গ্রাফাইট, প্রাণিজ অংগার ইত্যাদির একই পরিমাণ লইয়া পৃথকভাবে এইরূপে অক্সিজেনে দহন করিলে দেখা যায় যে সর্বক্ষেত্রে উৎপন্ন কার্বন ডাই-অক্সাইডের পরিমাণ একই। সুতরাং, বলা যাইতে পারে যে, বিভিন্ন প্রকারের কার্বন একই মৌলিক পদার্থের রূপভেদ।

Q. 122. (a) How is carbon dioxide prepared and collected in the laboratory ? How is it purified ?

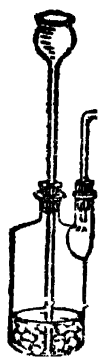
[H. S. 1961 ; 1966 ; '71 (Comp.)].

(b) Why is not dilute sulphuric acid used in its preparation ?

(c) State the important properties and uses of carbon dioxide ? [H. S. 1961]

[(a) ল্যাবরেটরীতে কার্বন ডাই-অক্সাইড কিরূপে প্রস্তুত ও সংগ্রহ করা হয় ? কিরূপে ইহা বিশুদ্ধ করা হয় ? (b) কার্বন ডাই-অক্সাইড প্রস্তুতিতে লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড ব্যবহৃত হয় না কেন ? (c) ইহার প্রধান ধর্মগুলি ও ব্যবহার বিবৃত কর।]

Ans. (a) **কার্বন ডাই-অক্সাইড প্রস্তুতি**—সাধারণ তাপমাত্রায় ক্যালসিয়াম কার্বনেটের সহিত লঘু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড মিশ্রিত করিয়া ল্যাবরেটরীতে কার্বন ডাই-অক্সাইড প্রস্তুত করা হয়।

$$CaCO_3+2HCl=CaCl_2+H_2O+CO_2$$

দীর্ঘনাল ফানেল ও নির্গম-নলযুক্ত উল্ফ বোতলে মার্বেল পাথরের টুকরা লইয়া জল ঢালিয়া উহা ঠিক ডুবাইয়া রাখা হয়। দীর্ঘ-নাল ফানেলের নলটির শেষপ্রান্ত জলে ডুবান থাকে। নির্গম-নলের বাহিরের প্রান্ত একটি গ্যাস-জারের মধ্যে রাখা হয়। দীর্ঘনাল ফানেল দিয়া হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড (1 : 1) ঢালা হয়। উহা মার্বেলের সংস্পর্শে আসিয়া বুদ্‌বুদ্‌ আকারে কার্বন ডাই-অক্সাইড উৎপন্ন করে। কার্বন ডাই-অক্সাইড বায়ু অপেক্ষা ভারী বলিয়া নির্গত গ্যাস বায়ুর উর্দ্ধাপসারণ দ্বারা গ্যাস-জারে সংগ্রহ করা হয়।

40 নং চিত্র—কার্বন ডাই অক্সাইড প্রস্তুতি

বিশুদ্ধিকরণ—মিশ্রিত হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের বাষ্প দূর করিবার জন্য এই গ্যাস সোডিয়াম বাই-কার্বনেট দ্রবণ এবং জলীয় বাষ্প মুক্ত করিবার জন্য গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডের মধ্য দিয়া প্রবাহিত করিয়া শুষ্ক পারদের উপর সংগ্রহ করা হয়।

(b) ক্যালসিয়াম কার্বনেট ও লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড বিক্রিয়া করিলে ক্যালসিয়াম সালফেট ও কার্বন ডাই-অক্সাইড উৎপন্ন হয়। $CaCO_3 + H_2SO_4 = CaSO_4 + H_2O + CO_2$। ক্যালসিয়াম সালফেট জলে প্রায় অদ্রাব্য বলিয়া মার্বেলের উপর উহার একটি স্তর গঠিত হয়। ফলে মার্বেল সালফিউরিক অ্যাসিডের সংস্পর্শে আসিতে পারে না বলিয়া গ্যাস উৎপাদন বন্ধ হইয়া যায়। এইজন্য কার্বন ডাই-অক্সাইড প্রস্তুতিতে সালফিউরিক অ্যাসিড ব্যবহৃত হয় না। কিন্তু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড ব্যবহার করিলে দ্রাব্য ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড উৎপন্ন হয় বলিয়া কোনরূপ অসুবিধা হয় না।

(c) ধর্ম—(i) কার্বন ডাই-অক্সাইড বর্ণহীন, সামান্য অম্লস্বাদ ও গন্ধযুক্ত গ্যাস। (ii) ইহা বায়ু অপেক্ষা ভারী এবং জলে সমায়তনে দ্রবণীয়—চাপ-প্রয়োগে দ্রাব্যতা বৃদ্ধি পায়। (iii) ইহা দাহ্য বা দহনের সহায়ক নহে কিন্তু জলন্ত ম্যাগনেসিয়াম এই গ্যাসে জলিতে থাকে এবং ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড ও কার্বন উৎপন্ন হয়।

ম্যাগনেসিয়াম উহার অক্সাইডে জারিত হয় এবং কার্বন ডাই-অক্সাইড কার্বনে বিজারিত হয়। $2Mg+CO_2=2MgO+C$।

(iv) জলীয় দ্রবণে ইহা মৃদু ও অস্থায়ী প্রকৃতির কার্বনিক অ্যাসিড উৎপন্ন করে। $CO_2+H_2O=H_2CO_3$। দ্রবণ ফুটাইলে কার্বন ডাই-অক্সাইড নির্গত হয়।

(v) ইহা অ্যাসিড-ধর্মী অক্সাইড ; কার্বন ডাই-অক্সাইড সোডিয়াম হাইড্রক্সাইডের সহিত সোডিয়াম কার্বনেট উৎপন্ন করে। অতিরিক্ত কার্বন ডাই-অক্সাইডের সহিত সোডিয়াম কার্বনেট সোডিয়াম বাই-কার্বনেটে পরিণত হয়। $2NaOH+CO_2=Na_2CO_3+H_2O$; $Na_2CO_3+H_2O+CO_2=2NaHCO_3$। চুনের জলের (ক্যালসিয়াম হাইড্রক্সাইড) সহিত অদ্রবণীয় ক্যালসিয়াম কার্বনেট গঠিত করে এবং এইজন্য চুন-জল ঘোলা হয়। অতিরিক্ত কার্বন ডাই-অক্সাইড ইহাকে দ্রাব্য ক্যালসিয়াম বাই-কার্বনেটে পরিণত করে। ফলে দ্রবণ স্বচ্ছ হয়। ইহাকে ফুটাইলে বাই-কার্বনেট বিশ্লিষ্ট হইয়া পুনরায় অদ্রবণীয় কার্বনেটে পরিণত হয়। দ্রবণ আবার ঘোলা হয়। $Ca(OH)_2+CO_2=CaCO_3+H_2O$; $CaCO_3+H_2O+CO_2=Ca(HCO_3)_2$; $Ca(HCO_3)_2=CaCO_3+CO_2+H_2O$।

(vi) লোহিত তপ্ত কার্বন, জিংক বা আয়রনের উপর দিয়া প্রবাহিত করিলে ইহা কার্বন মনোক্সাইডে বিজারিত হয়। $CO_2+C=2CO$; $CO_2+Zn=ZnO+CO$।

(vii) উদ্ভিদের সবুজ অংশ (chlorophyll) সূর্যকিরণ ও জলীয় বাষ্পের উপস্থিতিতে কার্বন ডাই-অক্সাইডকে কার্বন ও অক্সিজেনে বিশ্লিষ্ট করে।

ব্যাবহার—বাতান্বিত জল ও সোডিয়াম কার্বনেট প্রস্তুতিতে, অগ্নিনির্বাপকরূপে কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্যাস এবং হিমায়ক (refrigerent)-রূপে কঠিন কার্বন ডাই-অক্সাইড (ইহার নাম dry ice) ব্যবহৃত হয়।

Q. 123. Describe experiments to illustrate the important properties of carbon dioxide.

[কার্বন ডাই-অক্সাইডের গুরুত্বপূর্ণ ধর্মগুলি পরীক্ষার সাহায্যে প্রমাণ কর।]

Ans. (i) কার্বন ডাই-অক্সাইডপূর্ণ একটি গ্যাস-জারে জলন্ত শলাকা প্রবেশ

করান হইল। জ্বলন্ত শলাকা নিভিয়া যায়; গ্যাস জ্বলে না। সুতরাং, কার্বন ডাই-অক্সাইড দাহ্য নহে দহনের সহায়ক নহে।

(ii) একটি জ্বলন্ত ম্যাগনেসিয়াম ফিতা কার্বন ডাই অক্সাইড পূর্ণ গ্যাস-জারে প্রবেশ করান হইল। ম্যাগনেসিয়াম-ফিতাটি উজ্জ্বল শিখাসহ জ্বলিয়া উঠে। কার্বন ডাই-অক্সাইড জ্বলন্ত ম্যাগনেসিয়ামের দহনের সহায়ক। দহনের ফলে ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড ও কার্বন উৎপন্ন হয়। $2Mg+CO_2=2MgO+C$। ম্যাগনেসিয়ামের সহিত অক্সিজেন যুক্ত হইয়া অক্সাইডে জারিত হইয়াছে এবং কার্বন ডাই-অক্সাইড কার্বনে বিজারিত হইয়াছে। উত্তপ্ত অবস্থায় কার্বন ডাই-অক্সাইড জারক দ্রব্য।

(iii) একটি খালি (বায়ু-পূর্ণ) গ্যাস-জারের মুখের উপর একটি কার্বন ডাই-অক্সাইড পূর্ণ গ্যাস-জার উপুড় করিয়া বসাইয়া ঢাকনি সরান হইল। কিছু সময় পরে নীচের গ্যাস-জারে পরিষ্কার চুন জল মিশাইয়া নাড়িয়া দিলে উহা ঘোলাটে হইয়া যায়। সুতরাং নীচের গ্যাস-জারে কার্বন ডাই-অক্সাইড আসিয়াছে। অতএব, ইহা বায়ু অপেক্ষা ভারী।

(iv) একটি কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্যাস-পূর্ণ জারে কিছু জল ঢালিয়া ভালরূপে নাড়িয়া দিয়া জারটি জলের উপর উপুড় করা হইল। জারের মধ্যে জল প্রবেশ করে। সুতরাং ইহা জলে দ্রবণীয়।

(v) একটি টেস্ট-টিউবে লঘু নীল লিটমাস দ্রবণ লইয়া উহাতে কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্যাস পরিচালিত করা হইল। নীল লিটমাসের বর্ণ ঈষৎ লাল হয়। সুতরাং কার্বন ডাই-অক্সাইডের জলীয় দ্রবণ ক্ষীণ অ্যাসিডধর্মী। দ্রবণে কার্বনিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়। $CO_2+H_2O=H_2CO_3$। টেস্ট-টিউবটি উত্তপ্ত করিলে দ্রবণের বর্ণ পুনরায় নীল হয়। দ্রবণ হইতে কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্যাস বাহির হইয়া যায়। সুতরাং কার্বনিক অ্যাসিড অস্থায়ী প্রকৃতির অ্যাসিড।

(vi) একটি টেস্ট-টিউবে পরিষ্কার চুন-জল লইয়া উহাতে কার্বন ডাই-অক্সাইড পরিচালিত করা হইল। চুন-জল ঘোলা হইয়া যায়। কার্বন ডাই-অক্সাইড-চুন-জলের সহিত অদ্রবণীয় ক্যালসিয়াম কার্বনেট উৎপন্ন করে। $Ca(OH)_2+CO_2=CaCO_3+H_2O$। টেস্ট-টিউবে অধিক পরিমাণে কার্বন ডাই-অক্সাইড প্রবাহিত করান হইল। চুন-জল পরিষ্কার হইয়া যায়। অদ্রবণীয় ক্যালসিয়াম কার্বনেট দ্রবণীয়

বাই-কার্বনেটে পরিণত হয়। $CaCO_3+H_2O+CO_2=Ca(HCO_3)_2$। এই দ্রবণ ফুটান হইল। পুনরায় চুন-জল আবার ঘোলা হয়। উত্তাপে বাই-কার্বনেট বিয়োজিত হইয়া ক্যালসিয়াম কার্বনেট অধঃক্ষিপ্ত হয়। $Ca(HCO_3)_2=CaCO_3+CO_2+H_2O$।

(vii) কার্বন ডাই-অক্সাইড পূর্ণ গ্যাস-জারে কষ্টিক সোডা বা পটাস দ্রবণ মিশাইয়া মুখ বন্ধ অবস্থায় জারটি ভালরূপে নাড়িয়া দিয়া জলের মধ্যে উপুড় করা হইল এবং ঢাকনি সরান হইল। জল উঠিয়া গ্যাস-জারটি সম্পূর্ণ ভর্তি হইয়া যায়। কষ্টিক সোডা বা পটাস দ্রবণ দ্বারা গ্যাস শোষিত হয়। সুতরাং কার্বন ডাই-অক্সাইড আম্লিক অক্সাইড। $CO_2+2NaOH=Na_2CO_3+H_2O$।

Q. 124. How would you determine the volumetric composition of carbon dioxide ? [H. S. 1973]

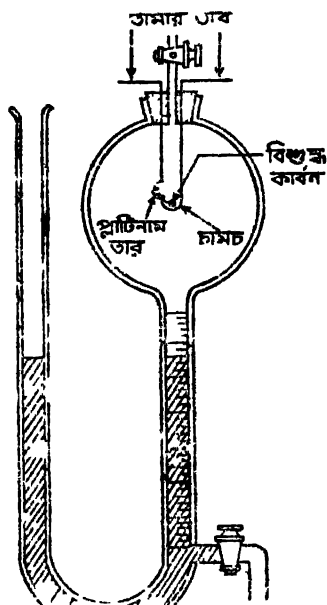
[কার্বন ডাই-অক্সাইডের আয়তন-মাত্রিক সংযুতি কিরূপে নির্ণয় করিবে ?]

Or,

How would you prove that carbon dioxide contains its own volume of oxygen ? [H. S. 1963 (Comp.) ; 1967]

[কার্বন ডাই-অক্সাইডে যে সমায়তন পরিমাণ অক্সিজেন আছে তাহা কিরূপে প্রমাণ করিবে ?]

Ans. U-আকৃতির একটি অংশাঙ্কিত গ্যাসমান যন্ত্রের (eudiometer) এক প্রান্ত খোলা এবং অপর প্রান্তে একটি গোলক থাকে। এই গোলকের মুখে বায়ুনিরুদ্ধভাবে বসান একটি কাচের ছিপির ভিতর দিয়া দুইটি মোটা কপারের তার প্রবেশ করান থাকে। একটি তারের প্রান্তে গোলকের মধ্যস্থলে একটি তামার চামচ (spoon) এবং অপর তারটি একটি প্লাটিনাম তারের কুণ্ডলীর সাহায্যে চামচের সংস্পর্শে থাকে। U-নলের নীচের দিকে একটি স্টপ-কক্ থাকে। পারদ অপসারণ দ্বারা U-নলের গোলক এবং উহার সংলগ্ন বাহুর কিয়দংশ পরিশুদ্ধ অক্সিজেন দ্বারা পূর্ণ করা হয় এবং দুই বাহুর পারদ-তল সমান করা হয়। চামচের উপর প্লাটিনাম তারের সংস্পর্শে বিশুদ্ধ কার্বন-চূর্ণ (শর্করা-অংগার) রাখিয়া কপার তারের বাহিরের প্রান্তদ্বয় ব্যাটারীর সহিত যুক্ত করা হয়। তড়িৎ-প্রবাহের ফলে

প্লাটিনাম তার লোহিত-তপ্ত হয় এবং তাপে কার্বন জলিয়া উঠিয়া কার্বন ডাই-অক্সাইডে পরিণত হয়। বিক্রিয়া শেষে যন্ত্র শীতল করিয়া এবং উভয় বাহুর পারদ-তল সমান করিয়া দেখা যায় কার্বন ডাই-অক্সাইড উৎপন্নের ফলে গ্যাসের আয়তনের

41 নং চিত্র—কার্বন ডাই-অক্সাইডের আয়তনমাত্রিক সংযুতি

কোন পরিবর্তন হয় নাই। উৎপন্ন কার্বন ডাই অক্সাইডের আয়তন ব্যয়িত অক্সিজেনের আয়তনের সমান। সুতরাং কার্বন ডাই-অক্সাইডে সমায়তন পরিমাণ অক্সিজেন আছে। অর্থাৎ V. c. c. কার্বন ডাই-অক্সাইডে V. c. c. অক্সিজেন আছে।

Q. 125. How would you show that carbon dioxide contains (i) carbon, [H. S. 1969 (Comp.)] **and (ii) its own volume of oxygen ?**

[কার্বন ডাই-অক্সাইডে যে (i) কার্বন এবং (ii) উহার নিজ আয়তনের সমান আয়তনের অক্সিজেন আছে তাহা কিরূপে দেখাইবে ?]

Ans. (i) কার্বন ডাই-অক্সাইড পূর্ণ গ্যাস-জারে একটি জলন্ত ম্যাগনেসিয়াম

ফিতা প্রবেশ করাইলে উহা জ্বলিতে থাকে। দহন শেষে জারটি শীতল করিয়া লঘু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড মিশাইয়া নাড়িলে কতকগুলি কালো পদার্থ-কণা অদ্রবীভূত থাকে। ফিল্টারের সাহায্যে পৃথক করিয়া কালো পদার্থকণাগুলি শুষ্ক করিয়া বায়ুতে দহন করিলে যে গ্যাস নির্গত হয় তাহা চুন-জল ঘোলাটে করে। সুতরাং নির্গত গ্যাস কার্বন ডাই-অক্সাইড। কালো পদার্থকণাগুলি কার্বন এবং উহা কার্বন ডাই-অক্সাইডে ম্যাগনেসিয়াম দহনের ফলে উৎপন্ন হইয়াছে। $2Mg + CO_2 = 2MgO + C$। সুতরাং কার্বন ডাই-অক্সাইডে কার্বন আছে।

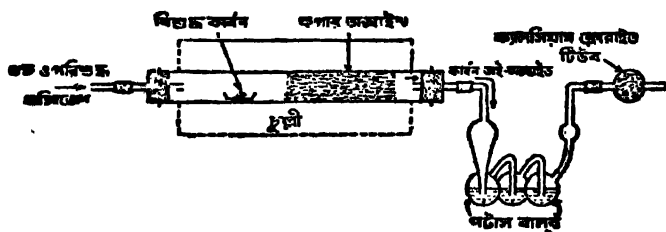
(ii) 124 নং প্রশ্নোত্তর দেখ।

Q. 126. How is the composition of carbon dioxide by weight (or gravimetric composition) determined ? What are the precautions taken to get accurate results ? [H. S. 1964 ; 1965]

[কার্বন ডাই-অক্সাইডের ওজন-মাত্রিক সংযুতি কিরূপে নির্ণয় করা হয় ? নির্ভুল ফলের জন্য কি কি সতর্কতা অবলম্বন করা হয় ?]

Ans. **নীতি**—নির্দিষ্ট ওজনের বিশুদ্ধ কার্বন অতিরিক্ত পরিমাণ শুষ্ক ও বিশুদ্ধ অক্সিজেনে দহন করিয়া উৎপন্ন কার্বন ডাই অক্সাইড কষ্টিক পটাসে শোষণ করিয়া ওজন করা হয়। কার্বন ও কার্বন ডাই-অক্সাইডের ওজন হইতে কার্বনের সহিত সংযুক্ত অক্সিজেনের পরিমাণ জানা যায়। ইহা হইতে কার্বন ডাই-অক্সাইডে কার্বন ও অক্সিজেনের ওজনের অনুপাত নির্ণয় করা হয়।

পরীক্ষা—শক্ত কাচের তৈয়ারী একটি মোটা ও লম্বা কাচের দাহ-নল (combustion tube) একটি চুল্লীর মধ্যে রাখা হয়, যেন উহার দুই প্রান্ত চুল্লীর বাহিরে থাকে। দাহ-নলের একপ্রান্ত হইতে আরম্ভ করিয়া উহার প্রায় অর্ধেক জায়গায় শুষ্ক দানাদার (dry granular) কিউপ্রিক অক্সাইড থাকে। অপর প্রান্ত হইতে শুষ্ক বিশুদ্ধ অক্সিজেন প্রবাহিত করা হয় এবং নলটিকে চুল্লীতে উত্তপ্ত করা হয়। এইরূপে দাহ-নলের ভিতর অংশ সম্পূর্ণ শুষ্ক হয় এবং উহার মধ্যের বায়ু অক্সিজেন দ্বারা অপসারিত হয়। চুল্লীটি নিভাইয়া যন্ত্রটি ঘরের তাপমাত্রা পর্যন্ত শীতল করিয়া দাহ-নলের কপার অক্সাইড প্রান্তে পূর্বে ওজন-করা কষ্টিক পটাস দ্রবণপূর্ণ কয়েকটি বাল্ব ও অনার্দ্র ক্যালসিয়াম ক্লোরাইডপূর্ণ একটি নল সংযুক্ত করিয়া দেওয়া হয়।

একটি পোর্সেলিন বোটে সামান্য পরিমাণ বিশুদ্ধ কার্বন-চূর্ণ (শর্করা-অংগার) লইয়া ওজন করা হয়। কার্বনসহ পোর্সেলিন বোটটি দাহ-নলের একপ্রান্তে (যে প্রান্ত হইতে অক্সিজেন প্রবেশ করে) রাখিয়া ধীরে ধীরে বিশুদ্ধ ও শুষ্ক অক্সিজেন পরিচালিত করা হয় এবং দাহ-নলটি প্রথমে কপার অক্সাইডের দিক হইতে আরম্ভ করিয়া পরে সমভাবে উত্তপ্ত করা হয়। কার্বন দগ্ধ হইয়া কার্বন ডাই-অক্সাইডে পরিণত হয় এবং অক্সিজেন দ্বারা চালিত হইয়া পটাস-বাল্বে শোষিত হয়। কোন কার্বন

42 নং চিত্র—কার্বন ডাই-অক্সাইডের ওজনমাত্রিক সংযুতি

মনোক্সাইড উৎপন্ন হইলে উত্তপ্ত কপার অক্সাইড দ্বারা কার্বন ডাই-অক্সাইডে জারিত হয়। পটাস-বাল্ব হইতে কোন জলীয় বাষ্প গ্যাস দ্বারা তাড়িত হইলে উহা ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড নলে শোষিত হয়। বায়ুর কার্বন ডাই-অক্সাইড বা জলীয় বাষ্প যাহাতে প্রবেশ করিতে না পারে সেইজন্য ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড নলের সহিত একটি সোডা-লাইম গার্ড-টিউব লাগান থাকে (চিত্রে দেখান হয় নাই)। বিক্রিয়া শেষে চুল্লীটি নিভাইয়া অক্সিজেন প্রবাহ চালিত করা হইতে থাকে এবং যন্ত্রটি ঘরের তাপমাত্রা পর্যন্ত শীতল করা হয়। তারপর পোর্সেলিন বোট ও ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড-নলটি সহ পটাস বাল্ব ওজন করা হয়।

পরীক্ষার ফল—পরীক্ষার পূর্বে কার্বন সহ পোর্সেলিন বোটের ওজন $= a$ গ্রাম এবং পটাস বাল্ব ও ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড নলের ওজন $= c$ গ্রাম। পরীক্ষার পরে, পোর্সেলিন বোটের ওজন $= b$ গ্রাম এবং পটাস বাল্ব ও ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড নলের ওজন $= d$ গ্রাম।

গণনা—কার্বনের ওজন $= (a - b)$ গ্রাম; উৎপন্ন কার্বন ডাই-অক্সাইডের ওজন

=(d − c) গ্রাম। সুতরাং কার্বনের সহিত যুক্ত অক্সিজেনের ওজন = (d − c) − (a − b) গ্রাম। সুতরাং কার্বন ডাই-অক্সাইডে $\frac{\text{কার্বনের ওজন}}{\text{অক্সিজেনের ওজন}} = \frac{(a-b)}{(d-c)-(a-b)}$

প্রকৃত পরীক্ষায় দেখা যায় যে কার্বন ডাই-অক্সাইডে $\frac{\text{কার্বনের ওজন}}{\text{অক্সিজেনের ওজন}} = \frac{3}{8}$

সতর্কতা—(i) যন্ত্রটি শুষ্ক ও উহার সংযোগগুলি বায়ু-নিরুদ্ধ হইবে। (ii) কিউপ্রিক অক্সাইড ও অক্সিজেন বিশুদ্ধ ও শুষ্ক হইবে। (iii) পটাস বাল্ব ও $CaCl_2$-নলের ওজন একই সঙ্গে সাবধানে লইতে হইবে।

[দ্রষ্টব্য—কার্বন ও অক্সিজেনের ওজন হইতে কার্বন ডাই-অক্সাইডের স্থূল-সংকেত গণনার জন্য 159 পৃষ্ঠার 6নং উদাহরণ দেখ।]

Q. 127. (a) Describe and explain how a simple fire-extinguisher works. [H. S. 1967 ; '70 (Comp.)]

[একটি অগ্নিনির্বাপক যন্ত্র বর্ণনা কর এবং উহার কার্য-প্রণালী বুঝাইয়া দাও।]

(b) Why is there an effervescence when the cork of a soda-water bottle is removed ?

[সোডা-ওয়াটার বোতলের কর্ক খুলিলে বুদ্‌বুদ্‌ আরম্ভ হয় কেন ?]

(c) What is dry ice ? What is its use ?

[শুষ্ক বরফ কাহাকে বলে ? উহার ব্যবহার কি ?]

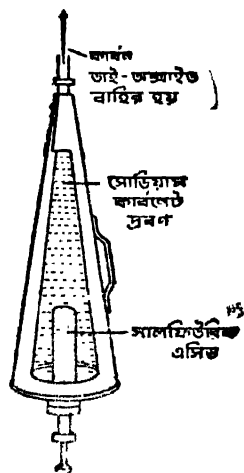
Ans. (a) কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্যাস বায়ু অপেক্ষা ভারী। ইহা দাহ্য নহে কিংবা দহনের সহায়ক নহে। সুতরাং আগুনের উপর এই গ্যাস ছড়াইয়া দিলে বায়ু অপসারণ করিয়া কার্বন ডাই-অক্সাইড সেই স্থান দখল করে। ফলে, সেই স্থানে অক্সিজেনের অভাব হয় এবং কার্বন ডাই-অক্সাইড দহনের সহায়ক নহে বলিয়া উহার উপস্থিতিতে আগুন নিভিয়া যায়। এইজন্য কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্যাস অগ্নিনির্বাপক যন্ত্রে ব্যবহৃত হয়।

একটি শঙ্কু আকৃতির ধাতব পাত্রে (A) সোডিয়াম কার্বনেটের গাঢ় দ্রবণ এবং উহার মধ্যে একটি কাচ-নলে (B) লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড থাকে। যন্ত্রের নীচের দিকে একটি হাতল (D) থাকে। যন্ত্রটি ব্যবহার করিবার সময়ে হাতলটিতে আঘাত

করিয়া কাচ নলটি ভাঙ্গা হয়। অ্যাসিড সোডিয়াম কার্বনেটের সংস্পর্শে আসে এবং রাসায়নিক বিক্রিয়ায় প্রচুর কার্বন ডাই-অক্সাইড উৎপন্ন হয়। $Na_2CO_3 + H_2SO_4 = Na_2SO_4 + CO_2 + H_2O$। প্রচণ্ড চাপে জল ও কার্বন ডাই অক্সাইডের মিশ্রণ উপরের ছিদ্র-পথ দিয়া বাহির হয়; উহা আগুনের উপর নিক্ষিপ্ত করা হয়। ফলে, আগুন নিভিয়া যায়। তৈল ও পেট্রোলের আগুন নিভাইতে যে যন্ত্র ব্যবহৃত হয় তাহাতে ফটকিরি ও সোডিয়াম বাই-কার্বনেট থাকে এবং উহা হইতে ফেনা-যুক্ত কার্বন ডাই-অক্সাইড নির্গত হয়। $Al_2(SO_4)_3 + 6NaHCO_3 = 2Al(OH)_3 + 3Na_2SO_4 + 6CO_2$।

43 নং চিত্র—অগ্নিনির্বাপকযন্ত্র

(b) 21 (b) নং প্রশ্নোত্তর দেখ।

(c) (চাপ প্রয়োগে কার্বন ডাই-অক্সাইড তরলে পরিণত হয়। তরল কার্বন ডাই-অক্সাইডকে বাষ্পীভূত করিলে কঠিন কার্বন ডাই-অক্সাইডে পরিণত হয়। ইহাকে শুষ্ক বরফ (dry ice) বলে।) কঠিন কার্বন ডাই-অক্সাইড একেবারে গ্যাসীয় কার্বন ডাই-অক্সাইডে পরিণত হয়। কোন পদার্থ শীতল করিবার জন্য (cooling agent) ইহা ব্যবহৃত হয়।

Q. 128. (a) What are the sources of lime? How is lime manufactured? (b) State its important properties and uses.

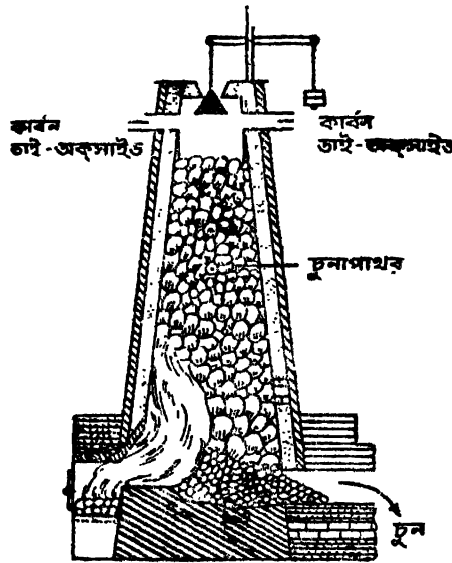
[(a) চুনের উৎস কি? চুন কিরূপে প্রস্তুত করা হয়? (b) ইহার প্রধান ধর্মগুলি ও ব্যবহার উল্লেখ কর।]

(c) What is the by product formed during the manufacture of lime and how is it collected?

[(c) চুন প্রস্তুতির সময় উপজাত হিসাবে কি পাওয়া যায় এবং উহা কিরূপে সংগ্রহ করা হয়?]

Ans. (a) **চুনের উৎস** (Sources of lime)—খড়িমাটি, চুনাপাথর, মার্বেল ইত্যাদি খনিজ পদার্থে এবং শামুক ও জলজ ঝিনুকে ক্যালসিয়াম কার্বনেট থাকে। এই

পদার্থগুলি তীব্র উত্তপ্ত (1000°C) করিলে ক্যালসিয়াম কার্বনেট বিযোজিত হইয়া ক্যালসিয়াম অক্সাইড (চুন) ও কার্বন ডাই-অক্সাইড উৎপন্ন হয়। $CaCO_3 \rightleftharpoons CaO + CO_2$। বিক্রিয়াটি উভমুখী বলিয়া উৎপন্ন কার্বন ডাই-অক্সাইড সঙ্গে সঙ্গে অপসারিত করিয়া সম্পূর্ণ ক্যালসিয়াম কার্বনেটকে চুনে পরিণত করা হয়।

প্রস্তুতি—চুনের ভাটি বা চুন-চুল্লীতে (Lime-kiln) চুনাপাথর উত্তপ্ত করা হয়। চুন-চুল্লীর মাথায় হাপরের (hopper) সাহায্যে ছোট ছোট আকারের চুনাপাথর

44 নং চিত্র—চুন প্রস্তুতি

চুল্লীর মধ্যে ফেলিয়া দেওয়া। চুল্লীর নীচের দিকে এক পার্শ্বে কয়লা জ্বালাইয়া তাপ প্রয়োগ করা হয়। জ্বলন্ত কয়লার শিখা ও উত্তপ্ত গ্যাসের শিখা চুনাপাথরের মধ্য দিয়া উপরের দিকে উঠিবার সময়ে চুনাপাথরকে উত্তপ্ত ও বিশ্লিষ্ট করে এবং কার্বন ডাই-অক্সাইড উৎপন্ন হয়। উৎপন্ন কার্বন ডাই-অক্সাইড উপরের নির্গম পথে বাহির হইয়া যায়। চুল্লীর নীচে চুন জমা হইলে উহা বাহির করিয়া লওয়া হয়। এই চুন চুল্লীর কার্য কখনও বন্ধ করিবার প্রয়োজন হয় না। কারণ, উৎপন্ন চুন বাহির করিবার সঙ্গে সঙ্গে উপর হইতে আবার চুনাপাথর প্রবেশ করান হয়।

ধর্ম—(i) চুন সাদা অনিয়তাকার কঠিন পদার্থ। (ii) উচ্চ তাপমাত্রায় (1500°C) ইহা ভাস্বর হইয়া উঠে। (iii) আর্দ্র বায়ুতে রাখিলে ইহা বায়ুর জলীয় বাষ্প ও কার্বন ডাই-অক্সাইড শোষণ করিয়া ক্যালসিয়াম হাইড্রক্সাইড ও ক্যালসিয়াম কার্বনেটের মিশ্রণে পরিণত হয়। $CaO+H_2O=Ca(OH)_2$; $Ca(OH)_2+CO_2=CaCO_3+H_2O$। (iv) চুনের সহিত জল মিশাইলে রাসায়নিক সংযোগ হয়। হিস্ হিস্ শব্দের সহিত তাপের উদ্ভব হয় এবং খানিকটা জল স্টীমরূপে নির্গত হয়। উপযুক্ত পরিমাণ জলে চুন ফুলিয়া উঠে এবং শেষ পর্যন্ত শুষ্ক চূর্ণ সাদা পাউডারে পরিণত হয়। এই পাউডারকে কলিচুন (slaked lime) বলে। (v) অ্যাসিডের সহিত বিক্রিয়া করিয়া চুন লবণ ও জল উৎপন্ন করে। সুতরাং ইহা ক্ষারকীয় অক্সাইড। $CaO+2HCl=CaCl_2+H_2O$। সিলিকার সহিত তীব্র উত্তপ্ত করিলে চুন ক্যালসিয়াম সিলিকেটে পরিণত হয়। $CaO+SiO_2=CaSiO_3$। (vi) 300°C তাপমাত্রায় চুন ও ক্লোরিন বিক্রিয়া করিয়া ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড ও অক্সিজেন উৎপন্ন করে। $2CaO+2Cl_2=2CaCl_2+O_2$। (vii) চুন অ্যামোনিয়াম লবণ হইলে অ্যামোনিয়া নির্গত করে। $2NH_4Cl+CaO=2NH_3+CaCl_2+H_2O$।

ব্যবহার—কলিচুন প্রস্তুতিতে, শুষ্কীকরণের জন্য (যথা, অ্যামোনিয়া গ্যাস), ধাতুনিষ্কাশনে বিগালকরূপে, ক্যালসিয়াম কার্বাইড প্রস্তুতিতে চুন ব্যবহৃত হয়।

(c) **উপজাত এবং উহার সংগ্রহ**—চুন প্রস্তুতির সময় কার্বন ডাই-অক্সাইড উপজাত হিসাবে পাওয়া যায়। উপরের নির্গম পথ হইতে নির্গত কার্বন ডাই-অক্সাইড শীতল পটাসিয়াম কার্বনেট দ্রবণে শোষিত করান হয়। উৎপন্ন পটাসিয়াম বাই-কার্বনেটকে উত্তপ্ত করিলে কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্যাস নির্গত হয়। ইহাকে গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড দ্বারা শুষ্ক করিয়া চাপ-প্রয়োগে তরল করিয়া সিলিণ্ডারের মধ্যে রাখা হয়।

Q. 129. How are the following substances obtained and what are their uses ?

[নিম্নলিখিত পদার্থগুলি কিরূপে পাওয়া যায় এবং উহাদের ব্যবহার কি ?]

Slaked-lime (কলিচুন), Lime water (চুনজল), Milk of lime (চুন-গোলা), Soda lime (সোডা-লাইম)।

Ans. **কলিচুন** (Slaked lime)— 128 নং প্রশ্নোত্তরের 'চুনের ধর্ম' অংশের (iv) নং দেখ। অ্যামোনিয়া, সিমেন্ট, মর্টার, কষ্টিক সোডা, ব্লিচিং পাউডার প্রস্তুতিতে, খর জল মৃদু করিতে, কোল গ্যাস, চিনি বিশুদ্ধ করিবার জন্য কলিচুন ব্যবহৃত হয়।

চুনজল (Lime water)—কলিচুনের সহিত অতিরিক্ত জল মিশাইলে উহা বেশী দ্রবীভূত না হইয়া নীচে জমে। উপরের স্বচ্ছ সংপৃক্ত দ্রবণকে চুন-জল বলে। চুন জলের সাহায্যে কার্বন ডাই-অক্সাইডের অস্তিত্ব পরীক্ষা করা হয়।

চুন-গোলা (Milk of lime)— অতিরিক্ত কলিচুন অল্প জলে মিশাইলে দ্রবণ চুনে সংপৃক্ত হইয়া অবশিষ্ট চুন জলে প্রলম্বিত থাকে। এই মিশ্রণ দেখিতে দুধের মত সাদা। ইহাকে চুন-গোলা বলে। ইহা শিল্পে ক্ষারের কার্য করে।

সোডা-লাইম (Soda-lime)—গাঢ় কষ্টিক সোডা দ্রবণের সহিত কলিচুন মিশ্রিত করিয়া তাপ-প্রয়োগে শুষ্ক করিলে সোডা-লাইম পাওয়া যায়। সোডা-লাইম শুষ্কীকারক দ্রব্যরূপে, কার্বন ডাই-অক্সাইড শোষণ করিতে, ল্যাবরেটরীতে মার্স গ্যাস প্রস্তুতিতে এবং অ্যামোনিয়াম লবণ সনাক্তকরণে ব্যবহৃত হয়।

Q. 130. Describe the laboratory method of preparation, purification and collection of carbon monoxide.

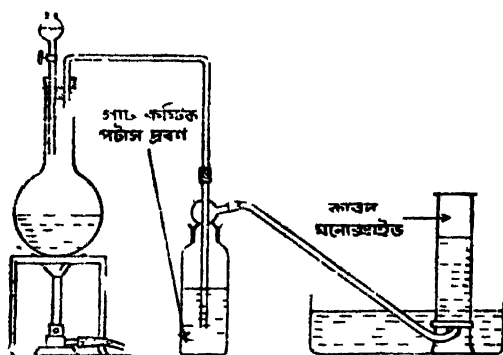
[H. S. 1960 ; '63, '64 Comp.) ; '66 (Comp.) ; '70]

Ans. ল্যাবরেটরীতে ফরমিক অ্যাসিড বা অক্সালিক অ্যাসিড হইতে কার্বন মনোক্সাইড গ্যাস তৈয়ারী করা হয়।

(1) **ফরমিক অ্যাসিড হইতে** (From formic acid)—ফরমিক অ্যাসিড ও উত্তপ্ত গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডের বিক্রিয়ায় কার্বন মনোক্সাইড উৎপন্ন হয়। গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড ফরমিক অ্যাসিড হইতে কেবলমাত্র জলের উপাদান নির্গত করিয়া নিরুদকের কার্য করে।

$$HCOOH+[H_2SO_4]=CO+H_2O+[H_2SO_4]$$

বিন্দুপাতী-ফানেল ও নির্গম নলযুক্ত একটি ফ্লাস্কে গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড লইয়া 100°C তাপমাত্রা পর্যন্ত উত্তপ্ত করা হয়। ফানেল হইতে ফোঁটা ফোঁটা ফরমিক অ্যাসিড ফ্লাস্কে ঢালিলে গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডের সংস্পর্শে উহা কার্বন মনোক্সাইডে

পরিণত হয়। নির্গত কার্বন মনোক্সাইড কষ্টিক পটাস বা সোডা দ্রবণের মধ্য দিয়া পরিচালিত করিয়া জল অপসারণ দ্বারা গ্যাস-জারে সঞ্চিত করা হয়। কার্বন মনোক্সাইডের সহিত সামান্য পরিমাণ কার্বন ডাই-অক্সাইড বা সালফার ডাই অক্সাইড মিশ্রিত থাকিলে কষ্টিক পটাস দ্রবণে শোষিত হয়। শুষ্ক ও বিশুদ্ধ গ্যাস পাইবার জন্য

45 নং চিত্র—কার্বন মনোক্সাইড প্রস্তুতি

কষ্টিক পটাস দ্রবণে প্রবাহিত গ্যাস ফস্‌ফরাস পেন্টক্সাইড পূর্ণ নলের ভিতর দিয়া পরিচালিত করিয়া শুষ্ক পারদ-অপসারণ দ্বারা সংগ্রহ করা হয়।

(2) **অক্সালিক অ্যাসিড হইতে** (From oxalic acid)—উত্তপ্ত গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড ও অক্সালিক অ্যাসিডের বিক্রিয়ায় কার্বন মনোক্সাইড ও কার্বন ডাই অক্সাইড উৎপন্ন হয়। এখানে সালফিউরিক অ্যাসিড অক্সালিক অ্যাসিড হইতে জল বাহির করিয়া নিরুদকের কাজ করে। $H_2C_2O_4+[H_2SO_4]=CO+CO_2+H_2O+[H_2SO_4]$।

বিন্দুপাতী-ফানেল ও নির্গম-নলযুক্ত একটি ফ্লাস্কে চূর্ণ অক্সালিক অ্যাসিড কেলাস লওয়া হয়। বিন্দুপাতী ফানেলের মধ্য দিয়া গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড ঢালিয়া অক্সালিক অ্যাসিড ঢাকিয়া দেওয়া হয়। ফ্লাস্কটি ধীরে ধীরে উত্তপ্ত করা হয়। বিক্রিয়ার ফলে উৎপন্ন কার্বন মনোক্সাইড ও কার্বন ডাই-অক্সাইডের মিশ্রণটি কষ্টিক পটাস দ্রবণ-পূর্ণ গ্যাস-ধাবকের মধ্য দিয়া প্রবাহিত করান হয়। কষ্টিক পটাস দ্রবণে কার্বন ডাই-অক্সাইড শোষিত হয় এবং কার্বন মনোক্সাইড জল অপসারণ দ্বারা

গ্যাস-জারে সংগ্রহ করা হয়। কার্বন মনোক্সাইড গ্যাস শুষ্ক করিবার জন্য ফস্ফরাস পেণ্টক্সাইডের মধ্য দিয়া পরিচালিত করা হয় এবং শুষ্ক পারদ-অপসারণ করিয়া গ্যাসটি সংগ্রহ করা হয়। (45নং চিত্র)।

Q. 131. How is carbon monoxide prepared from carbon dioxide and vice-versa ? [H S 1966 (Comp.), '70 (Comp.)]

[কার্বন ডাই-অক্সাইড হইতে কার্বন মনোক্সাইড এবং কার্বন মনোক্সাইড হইতে কার্বন ডাই-অক্সাইড কিরূপে প্রস্তুত করা যায় ?]

Ans. (a) **কার্বন ডাই-অক্সাইড হইতে কার্বন মনোক্সাইড**—তীব্র উত্তপ্ত কাঠকয়লা, জিংক বা আয়রনের উপর দিয়া কার্বন ডাই-অক্সাইড পরিচালিত করিলে উহা কার্বন মনোক্সাইডে বিজারিত হয়। $CO_2+C=2CO$; $CO_2+Zn=CO+ZnO$।

একটি লৌহ-নলে কাঠ কয়লা রাখিয়া চুল্লীতে উত্তপ্ত করা হয়। শুষ্ক কার্বন ডাই-অক্সাইড লোহিত-তপ্ত কাঠকয়লার উপর দিয়া ধীরে ধীরে পরিচালিত করা হয়। উৎপন্ন কার্বন মনোক্সাইড ও অপারবর্তিত কার্বন ডাই-অক্সাইড লৌহ-নলের অপর প্রান্ত দিয়া নির্গত হয়। নির্গত গ্যাস গাঢ় কষ্টিক পটাস দ্রবণের উপর সংগ্রহ করিলে কার্বন ডাই-অক্সাইড উহাতে দ্রবীভূত হয় এবং কার্বন মনোক্সাইড গ্যাস-জারে সঞ্চিত হয়।

(b) **কার্বন মনোক্সাইড হইতে কার্বন ডাই-অক্সাইড**—তীব্র উত্তপ্ত কিউপ্রিক অক্সাইড বা ফেরিক অক্সাইডের উপর দিয়া শুষ্ক কার্বন মনোক্সাইড গ্যাস প্রবাহিত করান হয়। কার্বন মনোক্সাইড জারিত হইয়া কার্বন ডাই-অক্সাইডে পরিণত হয়। $CuO+CO=Cu+CO_2$; $Fe_2O_3+3CO=2Fe+3CO_2$।

Q 132. State the important properties and uses of carbon monoxide. [H. S. (Comp.) 1964]

Ans. ধর্ম—(i) কার্বন মনোক্সাইড মৃদু গন্ধযুক্ত, বর্ণহীন, বিষাক্ত গ্যাস।

(ii) ইহা জলে খুব কম দ্রবণীয় কিন্তু অ্যামোনিয়া বা হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড মিশ্রিত কিউপ্রাস ক্লোরাইড দ্রবণে দ্রবণীয়।

(iii) বায়ুতে বা অক্সিজেনে ইহা নীল শিখা সহ জ্বলে এবং কার্বন ডাই-অক্সাইড উৎপন্ন হয়। $2CO+O_2=2CO_2$।

(iv) উচ্চ তাপমাত্রায় কার্বন মনোক্সাইড একটি শক্তিশালী বিজারক দ্রব্য। ইহা উত্তপ্ত কিউপ্রিক অক্সাইড, ফেরিক অক্সাইড ও লেড অক্সাইডকে যথাক্রমে কপার, আয়রন ও লেড ধাতুতে বিজারিত করে। $CuO+CO=Cu+CO_2$; $Fe_2O_3+3CO=2Fe+3CO_2$; $PbO+CO=Pb+CO_2$।

(v) অসংপৃক্ত যৌগ বলিয়া কার্বন মনোক্সাইড কতকগুলি যুত-যৌগ (additive compounds) গঠন করে। সূর্যালোকে ক্লোরিনের সহিত যুক্ত হইয়া কার্বনিল্ ক্লোরাইড গ্যাস উৎপন্ন করে। $CO+Cl_2=COCl_2$। সালফারের বাষ্পের সহিত কার্বনিল্ সালফাইড উৎপন্ন করে। $CO+S=COS$। নিকেল ও আয়রনের সহিত উত্তপ্ত অবস্থায় যথাক্রমে নিকেল কার্বনিল্ ও আয়রন কার্বনিল্ গঠন করে। $Ni+4CO=Ni(CO)_4$; $Fe=5CO=Fe(CO)_5$।

(vi) প্রশম অক্সাইড বলিয়া ক্ষারের উপর ইহার কোন ক্রিয়া নাই। কিন্তু 200°C তাপমাত্রায় ও আট গুণ বায়ুমণ্ডলীয় চাপে গাঢ় কষ্টিক সোডা দ্রবণে চালিত করিলে ইহা সোডিয়াম ফরমেট উৎপন্ন করে। $CO+NaOH=HCOONa$।

(vii) ক্রোমিক অক্সাইড ও জিংক অক্সাইড প্রভাবকের উপস্থিতিতে 350°C তাপমাত্রায় এবং দুইশত গুণ বায়ুমণ্ডলীয় চাপে ইহা হাইড্রোজেন দ্বারা মিথাইল অ্যালকোহলে বিজারিত হয়। $CO+2H_2=CH_3OH$।

ব্যবহার (H. S. 1960)—প্রোডিউসার গ্যাস ও ওয়াটার গ্যাস হিসাবে জ্বালানিরূপে, ধাতু নিষ্কাশনে বিজারক দ্রব্যরূপে, নিকেল ধাতু নিষ্কাশনে, মিথাইল অ্যালকোহল প্রস্তুতিতে কার্বন মনোক্সাইড ব্যবহৃত হয়।

Q. 133. Compare the properties of carbon monoxide with those of carbon dioxide.

[H. S. 1960 ; '62 ; '63 ; '66 (Comp.), '70]

[কার্বন মনোক্সাইড ও কার্বন ডাই-অক্সাইডের ধর্মের তুলনা কর।]

ধর্মের তুলনা

কার্বন ডাই-অক্সাইড	কার্বন মনোক্সাইড
(i) বর্ণহীন গ্যাস, বায়ু অপেক্ষা ভারী, জলে সমায়তনে দ্রবণীয়।	(i) বর্ণহীন, বিষাক্ত গ্যাস, বায়ু অপেক্ষা সামান্য ভারী, জলে খুবই অল্প দ্রবণীয়।
(ii) দাহ্য নহে এবং দহনের সহায়ক নহে। কিন্তু জ্বলন্ত ম্যাগনেসিয়াম ইহাতে জ্বলিতে থাকে। দহনের ফলে ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড ও কার্বন উৎপন্ন হয়। $2Mg+CO_2=2MgO+C$	(ii) দাহ্য গ্যাস। বায়ুতে বা অক্সিজেনে নীল শিখার সহিত জ্বলিয়া কার্বন ডাই-অক্সাইড উৎপন্ন করে। $2CO+O_2=2CO_2$
(iii) আম্লিক অক্সাইড। জলীয় দ্রবণে অস্থায়ী প্রকৃতির ক্ষীণ দ্বি-ক্ষারকীয় কার্বনিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়। $CO_2+H_2O=H_2CO_3$। ইহা নীল লিটমাস লাল করে।	(iii) প্রশম অক্সাইড, কোন লিটমাসের বর্ণ পরিবর্তন হয় না।
(iv) চুন-জলের সহিত সাদা অদ্রবণীয় ক্যালসিয়াম কার্বনেট উৎপন্ন করে। ফলে চুন জল ঘোলাটে হইয়া যায়। $CO_2+Ca(OH)_2=CaCO_3+H_2O$।	(iv) চুন-জলের সহিত কোন ক্রিয়া নাই।
(v) আম্লিক অক্সাইড বলিয়া কষ্টিক সোডার সহিত কার্বনেট ও বাই কার্বনেট উৎপন্ন হয়। $2NaOH+CO_2=Na_2CO_3+H_2O$; $Na_2CO_3+H_2O+CO_2=2NaHCO_3$	(v) চাপে ও উত্তপ্ত অবস্থায় সোডিয়াম ফরমেট উৎপন্ন করে। $CO+NaOH=HCOONa$
(vi) উচ্চ তাপমাত্রায় জারক দ্রব্য। উত্তপ্ত Mg-কে MgO-তে জারিত করে। $2Mg+CO_2=2MgO+C$.	(vi) উচ্চ তাপমাত্রায় শক্তিশালী বিজারক দ্রব্য। লেড অক্সাইডকে ধাতব লেডে বিজারিত করে। $PbO+CO=Pb+CO_2$।
(vii) সংপৃক্ত যৌগ বলিয়া কোন যুত-যৌগ উৎপন্ন করে না।	(vii) অসংপৃক্ত যৌগ; যুত-যৌগ উৎপন্ন করে। কার্বনিল ক্লোরাইড এবং ধাতব কার্বনিল ইত্যাদি। $CO+Cl_2=COCl_2$; $Fe+5CO=Fe(CO)_5$.
(viii) কষ্টিক ক্ষার দ্রবণ দ্বারা শোষিত হয়।	(viii) HCl-মিশ্রিত কিউপ্রাস ক্লোরাইড দ্বারা শোষিত হয়।

Q. 134. (a) Describe one experiment to show that carbon monoxide is a reducing agent.

[কার্বন মনোক্সাইড যে একটি বিজারক দ্রব্য তাহা দেখাইবার জন্য একটি পরীক্ষা বর্ণনা কর।]

(b) How would you separate carbon monoxide from its mixture with (i) carbon dioxide, (ii) nitrogen ?

[(i) কার্বন ডাই-অক্সাইডের এবং (ii) নাইট্রোজেনের সহিত মিশ্রিত কার্বন মনোক্সাইডকে কিরূপে পৃথক করিবে ?]

(c) Two gas jars contain nitrogen and carbon dioxide respectively. How will you find out which is which ?

[cf. H. S. 1963]

[দুইটি গ্যাস-জারের একটিতে নাইট্রোজেন এবং অপরটিতে কার্বন ডাই-অক্সাইড আছে। কোন্ গ্যাস-জারে কোন্‌টি আছে তাহা কিরূপে বুঝিবে ?]

(d) Two gas jars contain carbon monoxide and hydrogen respectively. How will you find out which is which ?

[দুইটি গ্যাস-জারের একটিতে কার্বন মনোক্সাইড এবং অপরটিতে হাইড্রোজেন আছে। কোন্ গ্যাস-জারে কোন্‌টি আছে কিরূপে বুঝিবে ?]

(e) How can you convert a mixture of carbon monoxide and carbon dioxide completely into (i) carbon monoxide, (ii) carbon dioxide ? [H. S. 1964 (Comp.)]

[কার্বন মনোক্সাইড ও কার্বন ডাই-অক্সাইডের মিশ্রণকে কিরূপে সম্পূর্ণরূপে (i) কার্বন মনোক্সাইডে এবং (ii) কার্বন ডাই-অক্সাইডে পরিণত করিবে ?]

(f) Prove that carbon monoxide contains carbon.

[H. S. 1970]

[কার্বন মনোক্সাইডে কার্বনের অস্তিত্ব প্রমাণ কর।]

Ans. (a) একটি দাহ-নলে কিউপ্রিক অক্সাইড রাখিয়া তীব্র উত্তপ্ত করা হয় এবং নলের এক প্রান্ত হইতে বিশুদ্ধ ও শুষ্ক কার্বন মনোক্সাইড গ্যাস উত্তপ্ত অক্সাইডের উপর দিয়া প্রবাহিত করা হয়। নলের অপর প্রান্ত হইতে নির্গত গ্যাস কার্বন ডাই-

অক্সাইড, কারণ ইহা চুন-জল ঘোলা করে। বিক্রিয়া শেষে নলের কিউপ্রিক অক্সাইড লাল ধাতব কপারে পরিণত হয়। ইহার সামান্য অংশ লইয়া নাইট্রিক অ্যাসিড মিশাইলে বাদামী বর্ণের গ্যাস নির্গত হয় এবং দ্রবণের বর্ণ নীল হয়। তাহাতে অতিরিক্ত অ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইড মিশাইলে গাঢ় নীল বর্ণের দ্রবণ উৎপন্ন হয়। সুতরাং লাল অবশেষ ধাতব কপার। কার্বন মনোক্সাইড কিউপ্রিক অক্সাইডের অক্সিজেন অপসারিত করিয়া উহাকে ধাতব কপারে বিজারিত করিয়াছে এবং নিজে অক্সিজেনের সহিত যুক্ত হইয়া কার্বন ডাই-অক্সাইডে জারিত হইয়াছে। $CuO+CO=Cu+CO_2$। সুতরাং কার্বন মনোক্সাইড একটি বিজারক দ্রব্য।

(b) (i) কার্বন মনোক্সাইড ও কার্বন ডাই-অক্সাইড মিশ্রণ কষ্টিক পটাস দ্রবণের মধ্যে প্রবাহিত করিলে কার্বন ডাই-অক্সাইড শোষিত হয় এবং কার্বন মনোক্সাইড অপরিবর্তিত অবস্থায় বাহির হইয়া আসে এবং উহা জলের উপর সংগ্রহ করা হয়।

(ii) কার্বন মনোক্সাইড ও নাইট্রোজেনের মিশ্রণ গাঢ় HCl-মিশ্রিত কিউপ্রাস ক্লোরাইড দ্রবণের মধ্যে প্রবাহিত করিলে কার্বন মনোক্সাইড ঐ দ্রবণে শোষিত হয় এবং $CuCl, CO, 2H_2O$ যুত-যৌগ উৎপন্ন করে। নাইট্রোজেন অপরিবর্তিত অবস্থায় বাহির হইয়া যায়। যুত-যৌগটিকে উত্তপ্ত করিলে কার্বন মনোক্সাইড নির্গত হয় এবং উহা জলের উপর সংগ্রহ করা হয়।

(c) গ্যাস জার দুইটিতে চুন-জল মিশাইয়া ভাল করিয়া নাড়িয়া দেওয়া হইল। যে গ্যাস জারের চুন-জল ঘোলাটে হয় সেই জারের গ্যাসটি কার্বন ডাই-অক্সাইড। কারণ, কার্বন ডাই-অক্সাইড চুন-জলের সহিত সাদা অদ্রাব্য ক্যালসিয়াম কার্বনেট উৎপন্ন করে। $Ca(OH)_2+CO_2=CaCO_3+H_2O$। অপর জারের গ্যাস নাইট্রোজেন।

(d) (i) গ্যাস-জার দুইটিতে জ্বলন্ত শিখা ধরিলে গ্যাস দুইটি নীলাভ শিখার সহিত জ্বলে। শিখা নিভিয়া গ্যাস-জার দুইটি ঠাণ্ডা হইলে উহাদের মধ্যে চুন-জল মিশাইয়া নাড়িয়া দেওয়া হইল। যে গ্যাস-জারের চুন-জল ঘোলা হয় সেই গ্যাস-জারে কার্বন মনোক্সাইড আছে; অপর গ্যাস-জারে হাইড্রোজেন আছে। কারণ, হাইড্রোজেন অক্সিজেনে জ্বলিয়া জল এবং কার্বন মনোক্সাইড অক্সিজেনে জ্বলিয়া

কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্যাস উৎপন্ন হয় এবং এই কার্বন ডাই-অক্সাইড চুন-জল ঘোলা করে। $2H_2+O_2=2H_2O$; $2CO+O_2=2CO_2$;

$$CO_2+Ca(OH)_2=CaCO_3+H_2O.$$

(ii) গ্যাস-জার দুটিতে অ্যামোনিয়াযুক্ত কিউপ্রাস ক্লোরাইড দ্রবণ মিশাইয়া ঝাঁকান হইল এবং পরে জলের মধ্যে উপুড় করিয়া ধরা হইল। যে গ্যাস জারে জল উঠিয়া ভরিয়া যায় সেই গ্যাস-জারে কার্বন মনোক্সাইড আছে, কারণ কার্বন মনোক্সাইড অ্যামোনিয়াযুক্ত কিউপ্রাস ক্লোরাইড দ্বারা শোষিত হয়।

(e) 131 নং প্রশ্নোত্তরে দেখ। মিশ্রণ লইয়া (a) এবং (b) অংশের ন্যায় লিখ।

(f) অক্সিজেনে কার্বন মনোক্সাইডকে দহন করিলে উহা কার্বন ডাই-অক্সাইডে পরিণত হয়। $2CO+O_2=2CO_2$। সুতরাং বলা যায় যে কার্বন মনোক্সাইড কার্বনের একটি নিম্নতর অক্সাইড। এখন Q. 125 প্রশ্নোত্তর অনুযায়ী দেখাও যে কার্বন ডাই-অক্সাইডে কার্বন আছে।

Q. 135. (a) What are carbonates and bi-carbonates ? Describe briefly their important reactions.

[কার্বনেট ও বাই-কার্বনেট লবণ কাহাকে বলে ? উহাদের প্রধান বিক্রিয়াগুলি বর্ণনা কর।]

(b) How is carbonate radical detected ?

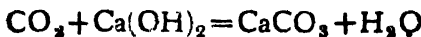
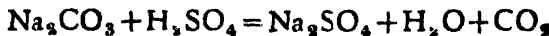
[কার্বনেট মূলক কিরূপে সনাক্ত করা হয় ?] [H. S. 1968 (Comp.)]

Ans. (a) **কার্বনেট ও বাই-কার্বনেট**—কার্বন ডাই-অক্সাইড আম্লিক অক্সাইড। জলে দ্রবীভূত হইয়া ইহা অস্থায়ী প্রকৃতির কার্বনিক অ্যাসিড উৎপন্ন করে। $CO_2+H_2O=H_2CO_3$। ইহা দ্বি-ক্ষারকীয় অ্যাসিড। কার্বনিক অ্যাসিডের একটি হাইড্রোজেন পরমাণু ধাতু বা ধাতুর ন্যায় কোন মূলক দ্বারা প্রতিস্থাপিত হইয়া যে লবণ উৎপন্ন হয় তাহাকে অ্যাসিড কার্বনেট বা বাই-কার্বনেট এবং দুইটি হাইড্রোজেন পরমাণু প্রতিস্থাপিত হইয়া যে লবণ উৎপন্ন হয় তাহাকে নর্মাল কার্বনেট বলে। $NaHCO_3$, $Ca(HCO_3)_2$ ইত্যাদি বাই-কার্বনেট এবং Na_2CO_3, $CaCO_3$ ইত্যাদি নর্মাল-কার্বনেট।

কার্বনেট	বাই-কার্বনেট
(i) সোডিয়াম, পটাশিয়াম, অ্যামোনিয়াম কার্বনেট জলে দ্রাব্য। অন্যান্য কার্বনেট জলে অদ্রাব্য।	(i) বাই-কার্বনেট লবণ জলে দ্রাব্য।
(ii) তাপ প্রয়োগে ধাতব কার্বনেট সাধারণতঃ বিযোজিত হইয়া ধাতব অক্সাইড ও কার্বন ডাই অক্সাইড উৎপন্ন হয়। $CaCO_3 = CaO + CO_2$; $ZnCO_3 = ZnO + CO_2$। কিন্তু Na_2CO_3 ও K_2CO_3 বিযোজিত হয় না।	(ii) বাই-কার্বনেট তাপ-প্রয়োগে বিযোজিত হইয়া ধাতব কার্বনেট, জল ও কার্বন ডাই-অক্সাইড উৎপন্ন করে। সোডিয়াম বাই-কার্বনেট উত্তপ্ত করিলে সোডিয়াম কার্বনেট ও কার্বন ডাই-অক্সাইড উৎপন্ন হয়। $2NaHCO_3 = Na_2CO_3 + H_2O + CO_2$।
(iii) লঘু HCl বা H_2SO_4 কার্বনেট হইতে কার্বন ডাই অক্সাইড নির্গত করে। $Na_2CO_3 + 2HCl = 2NaCl + H_2O + CO_2$।	(iii) লঘু HCl বা H_2SO_4 বাই কার্বনেট হইতে কার্বন ডাই-অক্সাইড উৎপন্ন করে। $NaHCO_3 + HCl = NaCl + H_2O + CO_2$।
(vi) কার্বনেট লবণের দ্রবণে ম্যাগনেসিয়াম সালফেট দ্রবণ মিশাইলে শীতল অবস্থায় ম্যাগনেসিয়াম কার্বনেটের সাদা অধঃক্ষেপ আসে। $Na_2CO_3 + MgSO_4 = MgCO_3 + Na_2SO_4$।	(iv) বাই কার্বনেট লবণের দ্রবণে ম্যাগনেসিয়াম সালফেট মিশাইয়া ফুটাইলে ম্যাগনেসিয়াম কার্বনেটের সাদা অধঃক্ষেপ আসে। শীতল অবস্থায় কোন অধঃক্ষেপ আসে না। $2NaHCO_3 + MgSO_4 = Mg(HCO_3)_2 + Na_2SO_4$; $Mg(HCO_3)_2 = MgCO_3 + H_2O + CO_2$।
(v) মারকিউরিক ক্লোরাইড মিশাইলে লাল ক্ষারকীয় মারকিউরিক কার্বনেটের অধঃক্ষেপ আসে।	(v) কোন অধঃক্ষেপ আসে না।

(b) কার্বনেট লবণে লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড মিশাইলে বুদ্‌বুদ্‌ করিয়া বর্ণহীন গ্যাস নির্গত হয়। নির্গত গ্যাস চুন-জল ঘোলা করে।

$$Na_2CO_3 + H_2SO_4 = Na_2SO_4 + H_2O + CO_2$$

$$CO_2 + Ca(OH)_2 = CaCO_3 + H_2O$$

Q. 136. (a) Describe the commercial preparation of carbon dioxide, giving a labelled sketch of the kiln.

[H. S. 1962 ; 1965 (Comp) ; 1966]

[কার্বন ডাই-অক্সাইডের শিল্প-প্রস্তুতি চুন-চুল্লীর চিত্র সহ বর্ণনা কর।]

(b) Describe other methods of manufacture of carbon dioxde.

[কার্বন ডাই-অক্সাইডের প্রস্তুতির অন্যান্য প্রণালী বর্ণনা কর।]

Or

[কার্বন ডাই-অক্সাইডের শিল্প-প্রস্তুতির বিভিন্ন পদ্ধতি সংক্ষেপে বর্ণনা কর।]

Describe briefly the different processes of manufacturing carbon dioxde.

Ans. (a) চুন-ভাটিতে চুনাপাথর উত্তপ্ত করিয়া চুন প্রস্তুতিকালে সহজাত হিসাবে কার্বন ডাই অক্সাইড গ্যাস পাওয়া যায়। বিবরণের জন্য 128 নং প্রশ্নোত্তরে (a) এবং (c) অংশ দেখ।

(b) (i) চিনি বা গুড় হইতে ইস্ট (yeast) দ্বারা সন্ধান প্রক্রিয়ায় (fermentation) অ্যালকোহল প্রস্তুতিকালে প্রচুর পরিমাণ কার্বন ডাই-অক্সাইড উৎপন্ন হয়।

$$C_6H_{12}O_6 = 2C_2H_5OH + 2CO_2$$ ।

(ii) লোহিত-তপ্ত কোকের উপর দিয়া অতিরিক্ত বায়ু প্রবাহিত করিলে কার্বন ডাই-অক্সাইড উৎপন্ন হয়। $C + O_2 = CO_2$ । ইহার সহিত নাইট্রোজেন মিশ্রিত থাকে। এই মিশ্রণ শীতল পটাসিয়াম কার্বনেটে শোষিত করিলে পটাসিয়াম বাই-কার্বনেট উৎপন্ন হয় এবং নাইট্রোজেন পৃথক হইয়া যায়। দ্রবণ উত্তপ্ত করিলে কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্যাস নির্গত হয় এবং সালফিউরিক অ্যাসিড দ্বারা গ্যাসটি শুষ্ক করা হয়। $K_2CO_3 + H_2O + CO_2 = 2KHCO_3$; $2KHCO_3 = K_2CO_3 + CO_2 + H_2O$ । (iii) ম্যাগনেসাইট ($MgCO_3$)-এর উপর লঘু সালফিউরিক অ্যাসিডের ক্রিয়া দ্বারা কার্বন ডাই-অক্সাইড প্রস্তুত করা হয়। $MgCO_3 + H_2SO_4 = MgSO_4 + CO_2 + H_2O$ ।

উৎপন্ন কার্বন ডাই-অক্সাইডকে চাপে তরল করিয়া চোঙে (cylinder) ভর্তি করিয়া রাখা হয়।

Q. 137. Describe beriefly the carbon cycle. [H. S. 1962]

[কার্বন-চক্র সংক্ষেপে বর্ণনা কর।]

Or,

How is the balance between oxygen and carbon dioxide maintained in atmospheric air ? [H. S. 1966 (Comp.)]

Ans. বায়ুমণ্ডলের অক্সিজেনের পরিমাণ আয়তন হিসাবে প্রায় 21 শতাংশ ও কার্বন ডাই-অক্সাইডের পরিমাণ প্রায় ·04 শতাংশ। শ্বাস-কার্য, দহন ইত্যাদি প্রক্রিয়ায় বায়ুমণ্ডলের অক্সিজেন ব্যয়িত হয় এবং কার্বন ডাই-অক্সাইড উৎপন্ন হয়। কিন্তু কতকগুলি বিপরীত প্রক্রিয়ার ফলে কার্বন ডাই-অক্সাইড অপসারিত হইয়া আবার অক্সিজেন উৎপন্ন হয়। ফলে বায়ুতে কার্বন ডাই-অক্সাইড ও অক্সিজেনের পরিমাণের সাম্য বজায় থাকে। নিম্নলিখিত প্রক্রিয়ায় বায়ুতে কার্বন ডাই-অক্সাইডের পরিমাণ বৃদ্ধি পায় ও অক্সিজেনের পরিমাণ হ্রাস পায়। (i) প্রাণী প্রশ্বাসের সহিত বায়ু হইতে অক্সিজেন গ্রহণ করে। এই অক্সিজেনে খাদ্যদ্রব্যের কার্বন ও হাইড্রোজেন জারিত হইয়া কার্বন ডাই-অক্সাইড ও জলীয় বাষ্প উৎপন্ন হয় এবং প্রাণিগণ উহা নিঃশ্বাসের সহিত ত্যাগ করে। প্রাণিদেহের ন্যায় উদ্ভিদ্-দেহ হইতেও অবিরত অল্প পরিমাণ কার্বন ডাই-অক্সাইড নিঃসৃত হয়। (ii) প্রাণী ও উদ্ভিদ্ দেহের পচন-ক্রিয়ায় কার্বন ডাই-অক্সাইড উৎপন্ন হয়। (iii) দাহ্য পদার্থ যথা—কয়লা, কাঠ, নানাবিধ জ্বালানি গ্যাস বায়ুতে দহনের ফলে অক্সিজেন ব্যবহৃত হয় এবং কার্বন ডাই-অক্সাইড উৎপন্ন হয় নিম্নলিখিত প্রক্রিয়ায় আবার কার্বন ডাই-অক্সাইডের পরিমাণ হ্রাস পায় ও অক্সিজেনের পরিমাণ বৃদ্ধি পায়। (i) উদ্ভিদের পাতার ছিদ্রের মধ্য দিয়া বায়ুর কার্বন ডাই-অক্সাইড পাতায় প্রবেশ করে। উদ্ভিদ্-দেহের ক্লোরোফিল্ (chlorophyll) নামক সবুজ পদার্থ সূর্যালোকে জলীয় বাষ্পের সাহায্যে কার্বন ডাই-অক্সাইডকে বিশ্লিষ্ট করিয়া কার্বন গ্রহণ করে এবং অক্সিজেন মুক্ত হইয়া বায়ুতে মিশিয়া যায়। (ii) বায়ুর কার্বন ডাই-অক্সাইডের কিছু অংশ বৃষ্টির জলে ও সমুদ্রের জলে দ্রবীভূত হইয়া অপসারিত হয়। (iii) বিভিন্ন প্রকার পাথর ও খনিজ পদার্থ বায়ু হইতে কিছু কার্বন ডাই-অক্সাইড শোষণ করিয়া লয়।

প্রকৃতিতে উল্লিখিত প্রক্রিয়া চলিতে থাকার জন্য বায়ুর কার্বন ডাই-অক্সাইড ও অক্সিজেনের পরিমাণ মোটামুটি একই থাকে। ইহাকে কার্বন-চক্র বলে।

Q. 138. State, with equations, what happens when :

(i) a piece of burning magnesium is inserted into a jar of CO_2. [H. S. 1961 (Comp.) '67, '70, '70 (Comp.), '71 (Comp.)]

(ii) CO_2 is passed into lime water.
[H. S. 1962, '63, '67, (Comp.), '70 (Comp.), '71 (Comp. '73)]

(iii) CO_2 is passed over red hot charcoal.
[H. S. 1961 (Comp.), '66, '70]

(iv) the product obtained on continued passing of CO_2 into caustic soda solution is heated.

(v) CO_2 is passed into a cold saturated solution of sodium carbonate. [H. S. 1961 (Comp.), '64, '70]

(vi) CO_2 is passed into suspension of $CaCO_3$ in water.
[H. S. 1966, '67]

(vii) CO is passed over heated ferric oxide or cupric oxide.

(viii) a mixture of carbon monoxide and chlorine is kept in sunlight. [H. S. 1963 (Comp.), '64 (Comp.)]

(ix) CO under pressure and at high temperature is passed into strong caustic soda solution.

(x) carbon monoxide is passed over finely divided nickel at 60°C and the product heated to 180°C.

(xi) calcium carbonate is heated strongly. (H. S. 1970); calcium carbonate is heated strongly with coke.

(xii) CO_2 is passed into a solution of common salt saturated with ammonia. (H. S. 1962)

Ans. (i) জলন্ত ম্যাগনেসিয়াম কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্যাসে জলিতে থাকে এবং কার্বন ডাই-অক্সাইড বিজারিত হইয়া কার্বন উৎপন্ন হয় ; ম্যাগনেসিয়াম উহার অক্সাইডে জারিত হয়। $2Mg+CO_2=2MgO+C$। (ii) 122 (c) নং প্রশ্নোত্তরে (v) অংশ দেখ ; (পৃ: 269) I (iii) 122 (c) নং প্রশ্নোত্তরে দেখ ; পৃ: 269। (iv) ঐ প্রশ্নোত্তরে NaOH-এর সহিত CO_2-এর বিক্রিয়া দেখ। উৎপন্ন সোডিয়াম বাই-কার্বনেট উত্তপ্ত করিলে বিযোজিত হইয়া কার্বন ডাই-অক্সাইড, সোডিয়াম কার্বনেট ও জল উৎপন্ন হয়। $2NaHCO_3=Na_2CO_3+H_2O+CO_2$। (v) শীতল ও সংপৃক্ত সোডিয়াম কার্বনেট দ্রবণে CO_2 গ্যাস প্রবাহিত করিলে

সোডিয়াম বাই-কার্বনেট উৎপন্ন হয়। বাই-কার্বনেটের দ্রাব্যতা অপেক্ষাকৃত কম বলিয়া কিছুটা অধঃক্ষিপ্ত হয়। $Na_2CO_3+H_2O+CO_2=2NaHCO_3$। (vi) বিচূর্ণ $CaCO_3$ জলে প্রলম্বিত অবস্থায় রাখিয়া CO_2 গ্যাস প্রবাহিত করিলে দ্রাব্য ক্যালসিয়াম বাই-কার্বনেট উৎপন্ন হয়। $CaCO_3+H_2O+CO_2=Ca(HCO_3)_2$। (vii), (viii) ও (ix)-এর জন্য 132 নং প্রশ্নোত্তরে কার্বন মনোক্সাইডের ধর্ম দেখ। (x) প্রথমে নিকেল কার্বনিল্ গঠিত হয় এবং উচ্চ তাপমাত্রায় উহা বিযোজিত হইয়া নিকেল এবং কার্বন মনোক্সাইডে পরিণত হয়। $Ni+4CO=Ni(CO)_4$; $Ni(CO)_4=Ni+4CO$.

(xi) ক্যালসিয়াম কার্বনেটকে তীব্র উত্তপ্ত করিলে উহা বিযোজিত হয়। ক্যালসিয়াম অক্সাইড ও কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্যাস উৎপন্ন হয়। $CaCO_3=CaO+CO_2$। কোকের সহিত উত্তপ্ত করিলে পূর্ব বিক্রিয়া অনুসারে উৎপন্ন কার্বন ডাই-অক্সাইড বিজারিত হইয়া কার্বন মনোক্সাইডে পরিণত হয়। $CO_2+C=2CO$.

(xii) সোডিয়াম বাই-কার্বনেট ও অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড উৎপন্ন হয়। $NH_3+CO_2+NaCl+H_2O=NaHCO_3+NH_4Cl$.

Additional Questions with hints on answers

CHAPTER XI

1. How would you establish that diamond is nothing but carbon ?

[**Ans.** 121নং প্রশ্নোত্তর দেখ।]

2. Name four allotropic forms of carbon, and state two uses each of (a) charcoal, (b) coal. [H. S. 1964]

[**Ans.** 119নং প্রশ্নোত্তর দেখ। কয়লার ব্যবহার—জ্বালানিরূপে, কোল গ্যাস তৈয়ারীর জন্য এবং ধাতু নিষ্কাশনে কয়লা ব্যবহৃত হয়।]

3. Under what conditions do carbon monoxide and carbon dioxide react with caustic soda ? Name the products and give equations.

[**Ans.** 122 (c) এবং 132নং প্রশ্নোত্তর দেখ।]

4. Describe one experiment each to show that carbon dioxide (a) may act as an oxidising agent, (b) is soluble in water and the solution is acidic, (c) turns lime water milky, (d) is soluble in alkali.

[**Ans.** 123নং প্রশ্নোত্তর দেখ।]

5. What are the respective chemical names of (a) quick lime, (b) slaked lime, (c) lime stone ? What are their uses ? Describe (i) the action that takes place in a lime kiln, (ii) the action of water on quick lime.

[**Ans.** 129, 128নং প্রশ্নোত্তর দেখ।]

6. The proportion of oxygen and carbon dioxide remains almost constant in air. Explain.

[**Ans.** 137নং প্রশ্নোত্তর দেখ।]

7. How would you distinguish between two gas jars containing CO and CO_2 ?

[**Ans.** 133নং প্রশ্নোত্তরে (ii), (iii), (iv), (viii) অংশ দেখ।]

8. How could a gas jar containing carbon monoxide may be distinguished from a gas jar containing hydrogen. [H. S. 1963]

[**Ans.** 134 (d) নং প্রশ্নোত্তর দেখ।]

9. How would you convert sodium carbonate into sodium bicarbonate and vice-versa ? [H. S. 1961]

[**Ans.** 122 (c) নং প্রশ্নোত্তরের (v) অংশ এবং 135 নং প্রশ্নোত্তরের বাই-কার্বনেটের (ii) অংশ দেখ।]

10. A salt (a) is taken in a test-tube and dilute hydrochloric acid is added to it when effervescence of a gas (b) is observed. When the gas is passed through clear lime water it at first turns milky (c) and finally a clear solution (d) is again obtained. Explain the reactions with equations. Name the acid radical and write its formula. [H. S. 1969 (Comp.)]

[**Ans.** (a) লবণের মধ্যে লঘু HCl যোগ করিলে একটি গ্যাস (b) বুদ্‌বুদ্‌ করিয়া বাহির হয়। ঐ গ্যাস চুন-জলকে ঘোলাটে করে (c) এবং শেষ পর্যন্ত স্বচ্ছ দ্রবণ (d) উৎপন্ন হয়। নির্গত গ্যাস (b) কার্বন ডাই-অক্সাইড। ঘোলাটে দ্রবণে (b) অদ্রাব্য ক্যালসিয়াম কার্বনেট উৎপন্ন হয়। অতিরিক্ত কার্বন ডাই-অক্সাইডের জন্য ক্যালসিয়াম বাই-কার্বনেটের স্বচ্ছ দ্রবণ (d) উৎপন্ন হয়। একযোজী-ধাতব মূলকের(M) কার্বনেট হইলে নিম্নরূপে বিক্রিয়াটির সমীকরণ লেখা যায়। $M_2CO_3 + 2HCl = 2MCl + H_2O + CO_2$ (b)-এর সমীকরণ : $CO_2 + Ca(OH)_2 = CaCO_3 + H_2O$ । (d)-এর সমীকরণ : $CaCO_3 + H_2O + CO_2 = Ca(HCO_3)_2$ । অ্যাসিড মূলকটি কার্বনেট এবং সংকেত $CO_3^{=}$ ।

11. Describe how it may be shown that carbon monoxide contains half its volume of oxygen. Show how the formula of the gas can be deduced from this result, it being given that its relative density is 14. [H. S. 1964]

[**Ans.** অক্সিজেনে দহন করিলে কার্বন মনোক্সাইড হইতে কার্বন ডাই-অক্সাইড পাওয়া যায়। সুতরাং কার্বন মনোক্সাইড কার্বনের একটি নিম্নতর অক্সাইড। নির্দিষ্ট আয়তনের কার্বন মনোক্সাইড (মনে করি, 20 c.c.) এবং নির্দিষ্ট আয়তনের অতিরিক্ত পরিমাণ অক্সিজেন একটি ইউডিওমিটার টিউবে পারদ অপসারণ দ্বারা সংগৃহীত করা হইল। মনে করি, গ্যাস মিশ্রণের আয়তন 40 c.c. (126 পৃষ্ঠার 80নং চিত্রের ন্যায় যন্ত্র ব্যবহার করা যাইতে পারে।) পারদতল সমান করিয়া মিশ্রণের মোট আয়তন (40 c.c.) দেখা হইল। মিশ্রণের মধ্যে তড়িৎ-স্ফুলিঙ্গ পাঠান হইল : মিশ্রণ ঠাণ্ডা করিয়া

পারদতল সমান করিয়া অবশিষ্ট গ্যাসের (কার্বন ডাই-অক্সাইড ও অতিরিক্ত অক্সিজেন) আয়তন দেখা হইল। মনে করি, ইহা হইল 30 c.c.। ছোট এক টুকরা কষ্টিক পটাস ইউডিওমিটারের মুখবন্ধ বাহুতে প্রবেশ করান হইল। কষ্টিক পটাস উৎপন্ন কার্বন ডাই-অক্সাইড শোষণ করে। পারদতল সমান করিয়া অবশিষ্ট গ্যাসের (অক্সিজেন) আয়তন মাপা হইল। মনে করি, ইহা 10 c.c.

অক্সিজেন যোগ করা হইয়াছে $= 40 - 20 = 20$ c.c. ; অবশিষ্ট অক্সিজেন $= 10$ c.c.

∴ কার্বন মনোক্সাইডের জারণের জন্য ব্যবহৃত অক্সিজেন $= 20 - 10 = 10$ c.c. কার্বন ডাই-অক্সাইডের আয়তন $= 30 - 10 = 20$ c.c. এবং ইহাতে 20 c.c. অক্সিজেন আছে। কিন্তু মাত্র 10 c.c. মুক্ত অক্সিজেন এই জারণে লাগিয়াছিল। সুতরাং কার্বন ডাই-অক্সাইডের অক্সিজেনের মধ্যে 10 c.c. অক্সিজেন আসিয়াছে 20 c.c. কার্বন মনোক্সাইড হইতে। সুতরাং আয়তন হিসাবে কার্বন মনোক্সাইডে উহার অর্ধ আয়তন পরিমাণ সমান অক্সিজেন আছে।

কার্বন মনোক্সাইডের সংকেত নির্ণয়—Q. 147 (e)]

CHAPTER XII

Gas Laws

(গ্যাসের সূত্র)

Q. 139. State and explain Boyle's law and Charles' law.

[বয়েল সূত্র ও চার্লস্ সূত্র বিবৃত কর এবং ব্যাখ্যা কর।] [H. S. 1970, '72]

Ans. **বয়েল সূত্র** (Boyle's law)—নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় নির্দিষ্ট ভরের কোন গ্যাসের আয়তন চাপের সহিত বিপরীত অনুপাতে (inversely) পরিবর্তিত হয়।

ব্যাখ্যা—তাপমাত্রা স্থির রাখিয়া যদি কোন নির্দিষ্ট পরিমাণ গ্যাসের উপর চাপ দ্বিগুণ করা হয় তবে গ্যাসের আয়তন পূর্বের আয়তনের অর্ধেক হইবে ; চাপ অর্ধেক করিলে গ্যাসের আয়তন দ্বিগুণ হইবে। যদি স্থির তাপমাত্রায় কোন নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের আয়তন V এবং উহার চাপ P হয়, তবে বয়েল সূত্রানুযায়ী $V \propto \frac{1}{P}$, বা $V = K\frac{1}{P}$, বা $PV = K$ (K=একটি ধ্রুবক)। সুতরাং, স্থির তাপমাত্রায় P_1, P_2, P_3 ইত্যাদি চাপে নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের আয়তন যথাক্রমে V_1, V_2, V_3 ইত্যাদি হইলে, সূত্রানুসারে $P_1V_1 = P_2V_2 = P_3V_3 =$ ইত্যাদি।

চার্লস্ সূত্র (Charles' law)—নির্দিষ্ট চাপে প্রতি 1°C তাপমাত্রার বৃদ্ধি বা হ্রাসের জন্য নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের আয়তন উহার 0°C তাপমাত্রার আয়তনের $\frac{1}{273}$ অংশ বৃদ্ধি বা হ্রাস পায়।

ব্যাখ্যা—মনে করা হউক, 0°C-এ কোন নির্দিষ্ট পরিমাণ গ্যাসের আয়তন V_0c.c. ; এবং 20°C ও −20°C-এর উহার আয়তন যথাক্রমে V_1 c.c. ও V_2c c.। গ্যাসের চাপ অপরিবর্তিত আছে। চার্লস সূত্রানুসারে,

$$V_1 = V_0 + V_0\frac{20}{273} = V_0\left(1+\frac{20}{273}\right) = V_0\left(\frac{293}{273}\right)\text{c.c.}$$

সেইরূপ, $$V_2 = V_0 - V_0\,\frac{20}{273} = V_0\left(1-\frac{20}{273}\right) = V_0\left(\frac{253}{273}\right)\text{c.c.}$$

Q. 140. (a) What is Absolute zero ? What is Absolute scale of temperature ? What is absolute temperature ? [H. S. 1969]

[পরমশূন্য, তাপমাত্রার পরম মাত্রা বা স্কেল, পরম তাপমাত্রা কাহাকে বলে ?]

(b) Express Charles law in terms of Absolute temperature.

[পরম তাপমাত্রার হারে চার্লস্ সূত্র বিবৃত কর।]

Or,

Discuss the relationship between the volume of a gas and absolute temperature. [H. S. 1969]

[একটি গ্যাসের আয়তনের সঙ্গে পরম তাপমাত্রার সম্পর্ক আলোচনা কর।]

(c) What is normal or standrad temperature and pressure ?

[প্রমাণ চাপ ও তাপমাত্রা বা প্রমাণ অবস্থা দ্বারা কি বোঝ ?]

Ans. (a) 0°C-এ যদি কোন নির্দিষ্ট পরিমাণ গ্যাসের আয়তন V_0 c.c. হয় তবে চাপ অপরিবর্তিত রাখিলে চার্লস্ সূত্র অনুযায়ী,

1°C-এ উহার আয়তন হইবে $\left(V_0 + V_0\frac{1}{273}\right) = V_0\left(1+\frac{1}{273}\right)$ c.c.

t°C-এ " " " $\left(V_0 + V_0\frac{t}{273}\right) = V_0\left(1+\frac{t}{273}\right)$ c.c.

$-t^\circ C$-এ উহার আয়তন হইবে $\left(V_0 - V_0\frac{t}{273}\right) = V_0\left(1 - \frac{t}{273}\right)$ c.c

$-273^\circ C$-এ ,, ,, ,, $\left(V_0 - V_0\frac{273}{273}\right) = V_0\left(1 - \frac{273}{273}\right) = 0$ c.c.

অর্থাৎ $-273^\circ C$-এ তত্ত্বীয় অর্থে গ্যাসের কোন আয়তন থাকে না।

যে তাপমাত্রায় কোন গ্যাসের আয়তন লোপ পায় (অর্থাৎ $-273^\circ C$) তাহাকে **পরম শূন্য** (Absolute zero) বলা হয়। পরম শূন্যকে (অর্থাৎ $-273^\circ C$-কে) শূন্য ডিগ্রী (0°) ধরিয়া যদি ডিগ্রী সেন্টিগ্রেড অনুসারে তাপমাত্রা মাপা হয় তবে তাপমাত্রার যে স্কেল পাওয়া যায় তাহাকে তাপমাত্রার **পরম স্কেল বা মাত্রা** (Absolute Scale) বা **কেলভিন স্কেল** (Kelvin Scale) বলে। পরম মাত্রা বা স্কেল অনুসারে যে তাপমাত্রা মাপা হয় তাহাকে **পরম তাপমাত্রা** (Absolute temperature) বলে। ইহাকে $T^\circ A$ বা $T^\circ K$ (আবিষ্কারক লর্ড কেলভিনের নামানুসারে) রূপে লেখা হয়। এই হিসাবে $0^\circ C = 273^\circ A$; $60^\circ C = (273+60)$ বা $330^\circ A$। সাধারণভাবে, $t^\circ C = (273+t)^\circ A$.

(b) স্থির চাপে $0^\circ C$, $t_1{}^\circ C$, $t_2{}^\circ C$ তাপমাত্রায় নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের আয়তন যথাক্রমে V_0, V_1, V_2 হইলে চার্লস্ সূত্রানুযায়ী,

$$V_1 = V_0 + V_0\frac{t_1}{273} = V_0\left(1 + \frac{t_1}{273}\right) = V_0\left(\frac{273+t_1}{273}\right)$$

$$V_2 = V_0 + V_0\frac{t_2}{273} = V_0\left(1 + \frac{t_2}{273}\right) = V_0\left(\frac{273+t_2}{273}\right)$$

$\therefore \quad \dfrac{V_1}{V_2} = \dfrac{273+t_1}{273+t_2} = \dfrac{T_1}{T_2}$ (T_1, T_2 পরম তাপমাত্রা)।

সুতরাং চার্লস্ সূত্র অন্য আকারে প্রকাশ করা যায়। "নির্দিষ্ট চাপে নির্দিষ্ট ভরের কোন গ্যাসের আয়তন পরম তাপমাত্রার সহিত সমানুপাতে পরিবর্তিত হয়।"

(c) $0^\circ C$ বা $273^\circ A$ তাপমাত্রা ও 760 মিলিমিটার বায়ু চাপ—ইহাকে প্রমাণ তাপমাত্রা ও চাপ (normal or standard temperature and pressure) বা প্রমাণ অবস্থা বলা হয়। সংক্ষেপে ইহাকে N. T. P. বা S. T. P. রূপে লেখা হয়।

Q 141. Establish the relation between temperature, pressure and volume of given mass of a gas.

[নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের তাপমাত্রা, চাপ ও আয়তনের মধ্যে সম্পর্ক স্থাপন কর ।]

[H. S. 1969 (Comp.) ; 1970 ; 1972]

Or,

Deduce from Boyle's law and Charles' law the relation $\frac{PV}{T}$ is constant.

[বয়েল সূত্র ও চার্লস সূত্র হইতে দেখাও যে $\frac{PV}{T}$ একটি ধ্রুবক ।]

Or,

Deduce the gas equation or Equation of State.

[গ্যাস সমীকরণ বা অবস্থা-সমীকরণ কিরূপে পাওয়া যায় তাহা দেখাও ।]

Ans. [বয়েল সূত্র এবং চার্লস সূত্রের দ্বিতীয় আকার প্রথমে বিবৃত কর ।]

মনে করা হইল, P চাপে ও T পরম তাপমাত্রায় নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের আয়তন V ।

বয়েল সূত্রানুসারে, $V \propto \frac{1}{P}$, যখন T অপরিবর্তিত থাকে ।

চার্লস্ সূত্রের দ্বিতীয় আকার অনুসারে, $V \propto T$, যখন P অপরিবর্তিত থাকে ।

$\therefore \quad V \propto \frac{T}{P}$, যখন T ও P উভয়ই পরিবর্তিত হয় ।

বা, $V = K\frac{T}{P}$, যেখানে K একটি ধ্রুবক ।

বা, $PV = KT$, অর্থাৎ $\frac{PV}{T} = K$ ।

নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের তাপমাত্রা, চাপ ও আয়তনের মধ্যে সম্পর্ক এই সমীকরণ দ্বারা প্রকাশ করা হয় ।

যদি গ্যাসের দুই অবস্থায় চাপ, আয়তন ও তাপমাত্রা যথাক্রমে P_1, V_1, T_1 এবং P_2, V_2, T_2 হয়, তাহা হইলে $\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$.

$PV = KT$, এই সমীকরণে K-এর মান গ্যাসের পরিমাণের উপর নির্ভর করে। এক গ্রাম-অণু কোন গ্যাসের ক্ষেত্রে K-এর মান সমান, তখন K-এর পরিবর্তে R লেখা হয় এবং সমীকরণটি হয় $PV = RT$। এই সমীকরণকে **গ্যাস সমীকরণ** বা **অবস্থা সমীকরণ** বলে।

Q. 141. (a) What is normal density of a gas? Deduce the relation between temperature, pressure and density of a given mass of gas.

[গ্যাসের নর্মাল বা প্রমাণ ঘনত্ব বলিতে কি বুঝায়? নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের তাপমাত্রা, চাপ এবং ঘনত্বের মধ্যে সম্পর্ক নির্ণয় কর]

Ans. **নর্মাল** বা **প্রমাণ ঘনত্ব**—প্রমাণ অবস্থায় এক লিটার গ্যাসের গ্রামে প্রকাশিত ভরকে উহার নর্মাল বা প্রমাণ ঘনত্ব বলে।

হাইড্রোজেনের প্রমাণ ঘনত্ব—প্রতি লিটারে 0·09 গ্রাম।

বয়েল ও চার্লসের সংযুক্ত সূত্রানুযায়ী, $\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$।

আবার, $V_1 = \frac{M}{D_1}$ এবং $V_2 = \frac{M}{D_2}$

যেখানে M = গ্যাসের ভর এবং D_1, D_2 দুই অবস্থায় গ্যাসের ঘনত্ব।

$$\therefore \quad \frac{P_1M}{T_1D_1} = \frac{P_2M}{T_2D_2}$$

$$\therefore \quad \frac{P_1}{T_1D_1} = \frac{P_2}{T_2D_2} \text{।}$$

নির্দিষ্ট পরিমাণ গ্যাসের ঘনত্ব, চাপ ও তাপমাত্রার মধ্যে সম্পর্ক এই সমীকরণ দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

Numerical Examples [গাণিতিক উদাহরণ]

গ্যাস সমীকরণ ব্যবহারের সময় মনে রাখিতে হইবে যে তাপমাত্রা সর্বদা পরম মাত্রায় এবং পরিবর্তনের পূর্বে ও পরে গ্যাসের আয়তন একই এককে (যথা, c.c.-তে বা লিটারে) এবং চাপ একই এককে প্রকাশ করিতে হয়।

1. A quantity of gas occupies a volume of 100 c.c. at 750 mm. pressure. What will be its volume at 500 mm. pressure, temperature remaining constant ?

[750 mm. চাপে কিছু পরিমাণ গ্যাসের আয়তন 100 c.c. হইলে 500 mm. চাপে উহার আয়তন কত হইবে ? তাপমাত্রা অপরিবর্তিত আছে।]

Ans বয়েল সূত্রানুসারে $P_1V_1 = P_2V_2$ । এখানে,

P_1 = গ্যাসের পূর্বের চাপ = 750 mm. ; V_1 = পূর্বের আয়তন = 100 c.c.

P_2 = পরিবর্তিত চাপ = 500 mm. ; V_2 = পরিবর্তিত আয়তন = ?

সুতরাং $750 \times 100 = 500 \times V_2 \quad \therefore \quad V_2 = \frac{750 \times 100}{500}$ বা, 150 c.c.

সুতরাং পরিবর্তিত আয়তন = 750 c.c. ।

2. 100 c.c. of a gas at 750 mm. pressure is compressed to 50 c.c. What is the new pressure ? The temperature is constant.

[একই তাপমাত্রায় 750 mm. চাপে 100 c.c. গ্যাসের আয়তন যদি 50 c.c. করা হয় তবে নূতন চাপ কত হইবে ?]

Ans. আমরা জানি, $P_1V_1 = P_2V_2$ । এখানে,

$P_1 = 750$ mm. ; $V_2 = 50$ c.c.

$V_1 = 100$ c c. ; $P_2 = ?$

সুতরাং, $750 \times 100 = 50 \times P \quad ; \quad \therefore \quad P_2 = \frac{750 \times 100}{50}$ বা 1500 mm.

3. A litre of gas is measured at 27°C. At what temperature will its volume be two litres, the pressure remaining constant ?

[একই চাপে 27°C-এ যে পরিমাণ গ্যাসের আয়তন 1 লিটার কত তাপমাত্রায় উহার আয়তন 2 লিটার হইবে ?]

Ans চার্লস সূত্রের দ্বিতীয় আকার অনুযায়ী $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$ । এখানে,

$V_1 = 1$ লিটার $\qquad V_2 = 2$ লিটার

$T_1 = 27° + 273 = 300°A \qquad T_2 = ?$

সুতরাং, $\frac{1}{300}=\frac{2}{T_2}$ $\therefore T_2=600°A$

সুতরাং নির্ণেয় তাপমাত্রা $=600-273$ বা $327°C$.

4. Some amount of nitrogen occupies 50 c.c. at 50°C. If the pressure remains unchanged, what will be the volume of the same amount of the gas at −50°C ? [H. S. 1969]

[50°C উষ্ণতায় কিছু পরিমাণ নাইট্রোজেনের আয়তন 50 ঘন সেন্টিমিটার মাপা হইল। চাপের যদি কোন পরিবর্তন না ঘটে, তবে −50°C উষ্ণতায় ঐ পরিমাণ গ্যাসের আয়তন কত হইবে ?]

Ans. চার্লস সূত্রের দ্বিতীয় আকার অনুযায়ী, $\frac{V_1}{V_2}=\frac{T_1}{T_2}$

এখানে $V_1=50$ c.c. ; $T_1=(50+273)°A=323°A$

$V_2=?$; $T_2=(-50+273°)A=223A°$

$\therefore \frac{50}{V_2}=\frac{323}{223}$ বা, $V_2=\frac{50\times 223}{323}=34{\cdot}5$

$\therefore$ নির্ণেয় আয়তন $=34{\cdot}5$ c.c.

5. A volume of air at a certain pressure is compressed to $\frac{1}{6}$th of its original volume. What multiple of the former pressure will be the new pressure, temperature remaining constant ?

[কোন এক চাপে কোন এক আয়তনের বায়ুকে সংকুচিত করিয়া উহার আয়তন পূর্ব আয়তনের $\frac{1}{6}$ ভাগ করা হইল। তাপমাত্রা অপরিবর্তিত থাকিলে, নূতন চাপ পূর্বের চাপের কতগুণ হইবে ?]

Ans. মনে করা গেল, প্রথম অবস্থায় গ্যাসের চাপ $=P_1$ এবং আয়তন $=V_1$। সুতরাং গ্যাসের নূতন আয়তন $=\frac{1}{6}V_1$। আমরা জানি, $P_1V_1=P_2V_2$, যেখানে $P_2=$ নূতন চাপ, $V_2=$ নূতন আয়তন।

$$\therefore P_2=\frac{P_1V_1}{V_2}=\frac{P_1V_1}{V_1/6}=6P_1$$।

সুতরাং, নূতন চাপ প্রথম অবস্থার চাপের 6 গুণ হইবে।

6. A gas occupies 10 litres at 15°C and 780 mm. pressure. What volume would it occupy at 10°C and 740 mm. pressure ?

[15°C ও 780 mm. চাপে যে গ্যাসের আয়তন 10 লিটার, 10°C ও 740 mm. চাপে তাহার আয়তন কত হইবে ?]

Ans. আমরা জানি, $\frac{P_1V_1}{T_1}=\frac{P_2V_2}{T_2}$

প্রথম অবস্থায়

P_1 = গ্যাসের চাপ = 780 mm.

V_1 = গ্যাসের আয়তন = 10 লিটার

T_1 = তাপমাত্রা = (15+273)°A = 288°A.

পরিবর্তিত অবস্থায়

P_2 = গ্যাসের চাপ = 740 mm.

V_2 = গ্যাসের আয়তন = ?

T_2 = (10+273)°A = 283°A

সুতরাং, $\frac{780\times10}{288}=\frac{740\times V_2}{283}$. $V_2=\frac{780\times10\times283}{740\times288}$

বা, 10·36 লিটার।

7. 400 c.c. of a dry gas are collected under a pressure of 742 mm. and at 15°C. Find the volume of the gas at N. T. P.

[742 mm. চাপে 15°C-এ 400 c.c. শুষ্ক গ্যাস সংগ্রহ করা হইল। প্রমাণ চাপ ও তাপমাত্রায় উহার আয়তন কত হইবে ?]

Ans. আমরা জানি, $\frac{P_1V_1}{T_1}=\frac{P_2V_2}{T_2}$.

প্রথম অবস্থায়

P_1 = চাপ = 742 mm.

V_1 = আয়তন = 400 c.c.

T_1 = তাপমাত্রা = (15+273)°A = 288°A

প্রমাণ অবস্থায়

P_2 = প্রমাণ চাপ = 760 mm.

V_2 = আয়তন = ?

T_2 = প্রমাণ তাপমাত্রা = (0+273) বা 273°A

সুতরাং, $\frac{742\times400}{288}=\frac{760\times V_2}{273}$ $\therefore\ V_2=\frac{742\times400\times273}{760\times288}$

বা, 370·2 c.c.

8. A certain volume of air at 10°C is heated until both volume and pressure are doubled. What is the temperature ?

[10°C-এ কোন এক আয়তনের বায়ু উত্তপ্ত করা হইল যতক্ষণ না উহার আয়তন ও চাপ দ্বিগুণ হইয়া যায়। তখন উহার তাপমাত্রা কত ?]

Ans. প্রথম অবস্থায় গ্যাসের আয়তন V এবং চাপ P হইলে, পরিবর্তিত অবস্থায় উহার আয়তন 2V এবং চাপ 2P হইবে। গ্যাস-সমীকরণ প্রয়োগ করিয়া,

$\frac{PV}{10+273}=\frac{2P\times 2V}{t+273}$, যেখানে t = সেন্টিগ্রেডে নির্ণেয় তাপমাত্রা।

$\therefore \quad t+273=283\times 4$ বা $t=1132-273=859°C.$

9. 317 c.c. of oxygen are collected over water at 14°C and 758 mm. mercury pressure. What is the volume of the dry gas at N. T. P. ? Tension of aqueous vapour, at 14°C = 12 mm.

[14°C তাপমাত্রায় ও 758 mm. চাপে 317 c.c. অক্সিজেন গ্যাস জলের উপর সংগ্রহ করা হইল। প্রমাণ চাপ ও তাপমাত্রায় শুষ্ক গ্যাসের আয়তন কত হইবে? 14°C-এ জলীয় বাষ্পের চাপ = 12 mm.]

Ans. শুষ্ক অক্সিজেনের চাপ = আর্দ্র অক্সিজেনের চাপ − জলীয় বষ্পের চাপ
= (758 − 12) বা 746 mm.

প্রমাণ চাপ ও তাপমাত্রায় অক্সিজেনের আয়তন V c.c হইলে গ্যাস-সমীকরণ অনুসারে, $\frac{746\times 317}{14+273}=\frac{V\times 760}{273}$ বা $V=\frac{746\times 317\times 273}{760\times 287}=296$ c c.

10 A quantity of a gas together with a piece of glass measures 100 c c. at 27°C. When the pressure is doubled and the temperature raised to twice the above figure, the combined volume is found to be 59·3 c.c. Find the volume of the piece of glass.

[27°C তাপমাত্রায় কিছু পরিমাণ গ্যাস ও উহার মধ্যে অবস্থিত একখণ্ড কাচের মোট আয়তন 100 c.c.। চাপ ও তাপমাত্রা দ্বিগুণ করিলে উহাদের মোট আয়তন হয় 59·3 c.c.। কাচ-খণ্ডটির আয়তন কত ?

Ans. মনে করা হইল, কাচ-খণ্ডের আয়তন $=V$ c.c. ; গ্যাসের চাপ $=P$ mm. গ্যাসের আয়তন $=(100-V)$ c.c., যখন চাপ $=P$ mm. এবং তাপমাত্রা $=27^\circ+273=300^\circ$ A ; আবার, গ্যাসের আয়তন $=(59{\cdot}3-V)$ c.c., যখন চাপ $=2P$ mm. এবং তাপমাত্রা $=54^\circ+273=327^\circ$ A। সুতরাং, গ্যাস সমীকরণ অনুসারে, $\dfrac{(100-V)\times P}{300}=\dfrac{(59{\cdot}3-V)\times 2P}{327}$

বা, $327\,(100-V)=300(59{\cdot}3-V)2$; বা $V=10{\cdot}55$ c.c.

নির্ণেয় আয়তন $=10{\cdot}55$ c.c.

11. The density of hydrogen at N. T. P. is 0·09 gm. per litre. What is the density at 15°C and 750 mm. pressure? [H. S. 1972]

[প্রমাণ উষ্ণতায় এবং চাপে হাইড্রোজেনের ঘনত্ব লিটার প্রতি 0·09 গ্রাম। 15°C উষ্ণতায় এবং 750 মিলিমিটার চাপে ইহার ঘনত্ব কত?]

Ans. আমরা জানি, $\dfrac{P_1V_1}{T_1}=\dfrac{P_2V_2}{T_2}$

গ্যাসের ঘনত্ব $D=\dfrac{M}{V}$ বা, $V=\dfrac{M}{D}$ ($M=$ গ্যাসের ভর)

T_1, T_2 তাপমাত্রায় গ্যাসের ঘনত্ব যথাক্রমে D_1, D_2 হইলে,

$$\frac{P_1M}{T_1D_1}=\frac{P_2M}{T_2D_2} \text{ বা, } \frac{P_1}{T_1D_1}=\frac{P_2}{T_2D_2}$$

$$\therefore \frac{760}{273\times{\cdot}09}=\frac{750}{(273+15)\times D_2}$$

বা, $760\times288\times D_2=750\times273\times{\cdot}09$

$$\therefore D_2=\frac{750\times273\times{\cdot}09}{760\times288}=0{\cdot}084 \text{ গ্রাম/লিটার।}$$

EXERCISE VI

1. A gas measures 190 c.c. at 750 mm. pressure. What is its volume at normal pressure and original temperature?

[**Ans.** 187·5 c.c.]

2. A gas occupies 200 c.c. at 760 mm. pressure. What is its volume at 380 mm. pressure, temperature remaining constant ?

[Ans. 400 c.c.]

3. What change in volume will take place if the pressure on a gas occupying 525 c.c. is reduced from 770 mm. to 550 mm. ?

[Ans. +210 c c.]

4. 130 c.c. of a gas at 21°C. are heated to 51°C. What is the new volume of the gas ? [Ans. 143·2 c.c.]

5. A littre of a gas is collected at 27°C. What will be its volume at 0°C ? [Ans. 910 c.c.]

6. A volume of air at N. T. P. is compressed to ⅓rd of its original volume. What will be the new pressure ?

[Ans. 2280 mm.]

7. What contraction in volume will be noticed if 720 c.c. of a gas are cooled from 0°C to −51°C ? [Ans. 134·5 c.c.]

8. What will be the volume in litre of air at N. T. P. if it occupies 5 litres at 0°C and 4 atmospheric pressure ?

[Ans. 20 litres]

9. A gass occupies 200 c.c. at 0°C. At what temperature will it occupy twice that volume ? At what temperature will its volume be halved ? [Ans. 273°C ;—136·5°C]

10. A gas occupies 1000 litres at 30°C and 750 mm. pressure. What is its volume at N. T. P. ? [Ans. 889·4 litres]

11. A gas collected at 18°C and 728 mm. pressure measures 150 c.c. Correct the volume to N. T. P. [Ans. 134·8 c.c.]

12. Correct a volume of 89 c.c. measured at 750 mm. and −10°C to standard conditions. [Ans. 91·18 c.c.]

13. A quantity of gas occupies a volume of 252 c.c. at N.T.P. What is its volume at 756 mm. and 120°C ? [Ans.264 5c.c.]

14. 250 c.c. or a gas are collected at 750 mm. and 20°C. What would be the volume at 790 mm. and 100°C ? [Ans. 302·1 c c.]

15. A given mass of gas occupies a volume 500 c.c. at 17°C under a pressure of 750 mm. of mercury. What volume will it occupy at 307°C and under a pressure of 1500 mm. of mercury ?

[Ans. 500 c.c.]

16. At what temperature will 22·4 litres of oxygen, originally at N. T. P. become 40 litres at 700 mm. ? [Ans. 176°C]

17. A given mass of a gass occupies a volume of 1000 c.c. at 27°C and 760 mm. pressure of mercury. What volume will it occupy at 327°C and 1520 mm. pressure of mercury? (Calcutta, I. Sc., 1952) [Ans. 1000 c.c.]

18. A given mass of a gas occupies a volume of 2·5 litres at 0°C and 76 cm. pressure of mercury. Find its volume at 546°C and 150 mm. pressure of mercury. (Cal. I. Sc., 1958) [Ans. 3·8 litres]

19. Calculate the diminution in size of a toy balloon of which the volume is 450 c.c. at 1?°C and 755 mm. pressure, when taken to the bottom of a mine where the pressure is 765 mm. and the temperature 5°C.

[Hints. পরিবর্তিত অবস্থায় আয়তন = 433·7 c.c.। সুতরাং বেলুনের আয়তনের হ্রাস = 450 − 433·7 = 16·3 c.c.]

20. A gas is collected at N. T. P. The pressure is then doubled and the temperature gradually raised until the volume of the gas is the same as the original volume. What is the temperature at which this happens? [Ans. 273°C]

21. 185·5 c.c. of hydrogen are collected over water at 15°C and 752 mm. pressure. Calculate the volume of dry hydrogen at N. T. P. Tension of aqueous vapour at 15°C = 12·8 mm. [Ans. 171 c.c.]

22. 31·7 c.c. of a moist gas are collected over water at 14°C and 753 mm. presssure. What is the volume of dry gas at N.T.P.? (Aqueous tension at 14°C = 12 mm.) [Ans. 29·6 c c.]

23. 20 c.c. of a gas measured over water at 15°C and 765 mm. pressure = how many c.c. of dry gas at N.T.P.? (vapour pressure of water at 15°C = 13 mm.) [Ans. 18·76 c.c.]

24. 39·3 c.c. of nitrogen are collected over water at 13°C and 761 mm. pressure. Aqueous tension at 13°C = 11 mm. Calculate the volume of dry nitrogen at N.T.P. [Ans. 37 c. c.]

25. A volume of gas together with a crystal of rock salt measures 150 c.c. at 760 mm. pressure. On raising the pressure to 1000 mm. the combined volume becomes 116·4 c.c. What is the volume of the crystal? Temperature is constant. [Ans. 10 c.c.]

CHAPTER XIII

Avogadro's hypothesis and its applications

[অ্যাভোগাড্রোর প্রকল্প ও উহার প্রয়োগ]

Q. 142. (a) State and illustrate Gay Lussac's law of gaseous volumes. [H. S. 1961 ; 1964 (Comp.) ; '65 ; '67 ; '70]

[(ক) গে-লুসাকের-গ্যাসায়তন সূত্র বিবৃত কর এবং উদাহরণ দাও।]

(b) State how the law can be experimentally verified in the case of combination of hydrogen and chlorine.

[H S 1965 (Comp.) ; '67]

[(খ) হাইড্রোজেন ও ক্লোরিনের সংযোগের ক্ষেত্রে কিরূপে এই সূত্রটি পরীক্ষার সাহায্যে প্রমাণ করিবে বিবৃত কর।]

Ans (a). **গে-লুসাকের গ্যাসায়তন-সূত্র** (Gay Lussac's law of gaseous volumes)—একই চাপে ও তাপমাত্রায় গ্যাসীয় পদার্থগুলি উহাদের আয়তনের সরল অনুপাতে বিক্রিয়া করে এবং বিক্রিয়াজাত পদার্থ গ্যাসীয় হইলে উহার আয়তন ও বিক্রিয়ক গ্যাসের আয়তনের সহিত সরল অনুপাতে থাকে।

পরীক্ষার সাহায্যে দেখা যায়, (i) এক আয়তন হাইড্রোজেন ও এক আয়তন ক্লোরিন যুক্ত হইয়া দুই আয়তন হাইড্রোজেন ক্লোরাইড উৎপন্ন করে। সুতরাং হাইড্রোজেন, ক্লোরিন ও হাইড্রোজেন ক্লোরাইডের আয়তনের অনুপাত 1 : 1 : 2. (ii) এক আয়তন নাইট্রোজেন ও তিন আয়তন হাইড্রোজেন যুক্ত হইয়া দুই আয়তন অ্যামোনিয়া গ্যাস উৎপন্ন হয়। সুতরাং গ্যাসগুলির আয়তনের অনুপাত 1 : 3 : 2. (iii) দুই আয়তন হাইড্রোজেন এক আয়তন অক্সিজেনের সহিত যুক্ত হইয়া দুই আয়তন ষ্টীম উৎপন্ন করে। সুতরাং উহাদের অনুপাত 2 : 1 : 2.

(b) 155নং প্রশ্নোত্তরের (b) অংশ দেখ।

Q. 143. (a) What led to the adoption of Avogadro's hypothesis ?

(b) State and explain Avogadro's hypothesis.

[H. S. 1960 ; '61 (Comp.) ; '64 ; '66 ; '68 (Comp.) ; '70 (Comp.) ; '71 (Comp.) ; '72]

[(ক) কি কি কারণে অ্যাভোগাড্রোর প্রকল্প গ্রহণ করা হইয়াছে ? (খ) অ্যাভোগাড্রোর প্রকল্প বিবৃত কর ও ব্যাখ্যা কর।]

Ans. (a) ডালটনের পরমাণুবাদ অনুযায়ী মৌলিক পদার্থগুলি উহাদের পরমাণুর সরল অনুপাতে যুক্ত হয়। গে-লুসাকের সূত্রানুযায়ী বিভিন্ন গ্যাস উহাদের আয়তনের সরল অনুপাতে যুক্ত হয়। গ্যাসের রাসায়নিক বিক্রিয়ায় উহাদের আয়তন ও পরমাণু সংখ্যার মধ্যে সম্পর্ক স্থির করিবার জন্য বার্জেলিয়াস নিম্নলিখিত প্রকল্প উত্থাপন করেন। "নির্দিষ্ট চাপে ও তাপমাত্রায় সকল গ্যাসের সমান আয়তনে সমান সংখ্যক পরমাণু থাকে।" কিন্তু বার্জেলিয়াসের প্রকল্পের সাহায্যে পরীক্ষার ফল ব্যাখ্যা করিতে গেলে দেখা যায় যে, ইহা ডাল্টনের পরমাণুবাদের গোড়ার কথা—পরমাণু যে অবিভাজ্য, তাহার বিরুদ্ধে যায়। পরীক্ষা দ্বারা জানা যায় যে, এক আয়তন হাইড্রোজেন ও এক আয়তন ক্লোরিন যুক্ত হইয়া দুই আয়তন হাইড্রোজেন ক্লোরাইড উৎপন্ন হয়। এক আয়তন হাইড্রোজেন গ্যাসে পরমাণু সংখ্যা n হইলে, এই প্রকল্প অনুযায়ী,

n পরমাণু হাইড্রোজেন + n পরমাণু ক্লোরিন ≡ 2n পরমাণু হাইড্রোজেন ক্লোরাইড,

বা, 1 পরমাণু হাইড্রোজেন + 1 পরমাণু ক্লোরিন ≡ 2 পরমাণু হাইড্রোজেন ক্লোরাইড।

বা $\frac{1}{2}$ পরমাণু হাইড্রোজেন + $\frac{1}{2}$ পরমাণু ক্লোরিন ≡ 1 পরমাণু হাইড্রোজেন ক্লোরাইড।

সুতরাং, এক পরমাণু হাইড্রোজেন ক্লোরাইডে $\frac{1}{2}$ পরমাণু হাইড্রোজেন ও $\frac{1}{2}$ পরমাণু ক্লোরিন আছে। অর্থাৎ এই প্রকল্প অনুসারে পরমাণুগুলি বিভাজ্য। কিন্তু ডাল্টনের পরমাণুবাদ অনুসারে পরমাণু অবিভাজ্য। সুতরাং, বার্জেলিয়াসের প্রকল্প গে লুসাকের সূত্র ও ডাল্টনের পরমাণুবাদের সামঞ্জস্য করিতে পারিল না। অতঃপর অ্যাভোগাড্রো পদার্থের মধ্যে দুই প্রকার ক্ষুদ্র কণার কল্পনা করিয়া ইহাদের সামঞ্জস্য বিধান করিলেন। তিনি বলিলেন, পদার্থের ক্ষুদ্র কণিকাগুলি দুই প্রকার—পরমাণু ও অণু। মৌলিক পদার্থের ক্ষুদ্রতম অংশ, যাহা রাসায়নিক ক্রিয়ায় অংশ গ্রহণ করিয়া থাকে তাহাকে পরমাণু বলে এবং মৌলিক বা যৌগিক পদার্থের ক্ষুদ্রতম অংশ, যাহা স্বাধীনভাবে থাকিয়া পদার্থের মূল ধর্ম বজায় রাখে, তাহাকে অণু বলে। পরমাণু অবিভাজ্য, কিন্তু দুই বা ততোধিক পরমাণু লইয়া একটি অণু গঠিত। সুতরাং গ্যাসের মধ্যে যে ক্ষুদ্রতম পদার্থকণিকা থাকে তাহা পরমাণু নহে, তাহা অণু এবং

গ্যাসের আয়তনের সহিত এই অণুর সম্পর্ক বর্তমান। এইরূপে অ্যাভোগাড্রো সর্বপ্রথম অণুর কল্পনা করিয়া বার্জেলিয়াসের প্রকল্প সংশোধন করেন এবং নিজের নূতন প্রকল্প প্রবর্তন করেন।

[এখানে নিম্নের (b) অংশের ন্যায় অ্যাভোগাড্রোর প্রকল্প লিখিতে হইবে।]

(b) **অ্যাভোগাড্রোর প্রকল্প** (Avogadro's hypothesis)—"নির্দিষ্ট চাপে ও তাপমাত্রায় সকল গ্যাসের সমান আয়তনে সমান সংখ্যক অণু থাকে।"

এই প্রকল্প অনুসারে, কোন নির্দিষ্ট চাপ ও তাপমাত্রায় 1 c. c. হাইড্রোজেনে যদি n-সংখ্যক হাইড্রোজেন অণু থাকে, তবে ঐ চাপে ও তাপমাত্রায় 1 c. c. অক্সিজেনে n-সংখ্যক অক্সিজেন-অণু, 1 c. c. কার্বন ডাই-অক্সাইডে n-সংখ্যক কার্বন ডাই-অক্সাইড-অণু থাকিবে।

Q. 144. - Show how Avogadro's hypothesis.

(a explains Gay Lussac's Law of gaseous volumes. [H.S. 1970] **and (b) modifies Dalton's atomic theory.**

[অ্যাভোগাড্রোর প্রকল্প কিরূপে (ক) গে লুসাকের গ্যাসায়তন সূত্র ব্যাখ্যা করে এবং (খ) ডালটনের পরমাণুবাদকে পরিবর্তিত করে তাহা দেখাও।]

Ans. (a) মনে করা হইল, A গ্যাসের x-সংখ্যক অণু ও B গ্যাসের y সংখ্যক অণু সংযুক্ত হইয়া A ও B-এর একটি যৌগ গঠন করে—এখানে x ও y সরল পূর্ণ সংখ্যা। অ্যাভোগাড্রোর প্রকল্প অনুসারে আরও ধরা হইল যে, একই চাপে ও তাপমাত্রায় প্রতিটি গাসের 1 c. c.-তে n-সংখ্যক অণু আছে। সুতরাং, A গ্যাসের x-সংখ্যক অণু আছে $\frac{x}{n}$ c. c. আয়তনের গ্যাসে এবং B গ্যাসের y সংখ্যক অণু আছে $\frac{y}{n}$ c. c. আয়তনের গ্যাসে। সুতরাং, বিক্রিয়ক গ্যাস দুইটির আয়তনের অনুপাত $\frac{x}{n} : \frac{y}{n}$ বা $x : y$। ইহা একটি সরল অনুপাত কারণ x এবং y সরল পূর্ণ সংখ্যা। সুতরাং গ্যাসীয় পদার্থ উহাদের আয়তনের সরল অনুপাতে বিক্রিয়া করে। ইহাই গে-লুসাকের গ্যাসায়তন সূত্র।

(b) (i) স্বাধীন সত্ত্বাবিশিষ্ট ক্ষুদ্রতম পদার্থকণিকা 'অণু' লইয়া মৌল বা

যৌগ গঠিত। এই অণুগুলি অবিভাজ্য পরমাণুর সমবায়ে গঠিত (ii) পদার্থের ধর্ম উহার অণুগুলির ধর্ম। একই পদার্থের অণু একই ধর্ম ও ভর-বিশিষ্ট কিন্তু অন্য পদার্থের অণু অপেক্ষা ধর্মে ও ভরে বিভিন্ন। (iii) মৌলের অণু একই প্রকার পরমাণু লইয়া গঠিত, কিন্তু যৌগের অণু একই প্রকার পরমাণু লইয়া গঠিত নহে। (iv) রাসায়নিক সংযোগে পদার্থের অণুগুলি পরমাণুতে বিশ্লিষ্ট হয় এবং এই পরমাণু সরল অনুপাতে যুক্ত হইয়া নূতন অণু গঠন করে।

Q. 145. Prove, by Avogadro's hypothesis, that molecules of hydorgen, chlorine, oxygen are di-atomic (or that molecular formulae of hydrogen, chlorine and oxygen are H_2, Cl_2, O_2 respectively.)

[অ্যাভোগাড্রোর প্রকল্পের সাহায্যে প্রমাণ কর যে হাইড্রোজেন, ক্লোরিন, অক্সিজেন অণু দ্বি-পরমাণুক বা হাইড্রোজেনের, ক্লোরিনের ও অক্সিজেনের আণবিক সংকেত যথাক্রমে H_2, Cl_2 ও O_2।]

Ans. হাইড্রোজেন ও ক্লোরিন অণু দ্বি-পরমাণুক—পরীক্ষায় দেখা যায় যে, 1 আয়তন হাইড্রোজেন ও 1 আয়তন ক্লোরিন যুক্ত হইয়া 2 আয়তন হাইড্রোজেন ক্লোরাইড উৎপন্ন করে। মনে করা হউক, 1 আয়তন হাইড্রোজেন গ্যাসে n-সংখ্যক অণু আছে। সুতরাং, অ্যাভোগাড্রোর প্রকল্প অনুসারে,

n অণু হাইড্রোজেন এবং n অণু ক্লোরিন যুক্ত হইয়া 2n অণু হাইড্রোজেন ক্লোরাইড উৎপন্ন করে, বা, 1 অণু হাইড্রোজেন এবং 1 অণু ক্লোরিন যুক্ত হইয়া 2 অণু হাইড্রোজেন ক্লোরাইড উৎপন্ন করে, বা, $\frac{1}{2}$ অণু হাইড্রোজেন এবং $\frac{1}{2}$ অণু ক্লোরিন যুক্ত হইয়া 1 অণু হাইড্রোজেন ক্লোরাইড উৎপন্ন করে।

ডাল্টনের পরমাণুবাদ অনুযায়ী হাইড্রোজেন ক্লোরাইড, হাইড্রোজেন ও ক্লোরিনের যৌগ বলিয়া উহার প্রতি অণুতে অন্ততঃ এক পরমাণু হাইড্রোজেন ও এক পরমাণু ক্লোরিন আছে। এই এক পরমাণু হাইড্রোজেন $\frac{1}{2}$ অণু হাইড্রোজেন হইতে এবং 1 পরমাণু ক্লোরিন $\frac{1}{2}$ অণু ক্লোরিন হইতে আসে। সুতরাং হাইড্রোজেনের অণুতে কিংবা ক্লোরিনের অণুতে কমপক্ষে 2-টি করিয়া হাইড্রোজেন পরমাণু বা ক্লোরিন পরমাণু আছে।

হাইড্রোজেনের ক্ষেত্রে—কোন অ্যাসিড যত সংখ্যক বিভিন্ন সোডিয়াম লবণ উৎপন্ন করে, অ্যাসিডের প্রতিস্থাপনীয় হাইড্রোজেন-পরমাণুর সংখ্যাও ঠিক তত। হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের সোডিয়াম-লবণের সংখ্যা একটি। সুতরাং হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের এক অণুতে একটি প্রতিস্থাপনীয় হাইড্রোজেন পরমাণু আছে। আবার, এক অণু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডে $\frac{1}{2}$ অণু হাইড্রোজেন আছে। অতএব, হাইড্রোজেনের $\frac{1}{2}$ অণু=1টি হাইড্রোজেন পরমাণু,

∴ হাইড্রোজেনের 1 অণু=2টি হাইড্রোজেন পরমাণু

সুতরাং হাইড্রোজেন অণু দ্বি-পরমাণুক এবং হাইড্রোজেনের আণবিক সংকেত H_2।

আবার, দেখা গিয়াছে যে দ্বি-পরমাণুক গ্যাসের ক্ষেত্রে স্থির চাপে গ্যাসের আপেক্ষিক তাপ ও স্থির আয়তনে গ্যাসের আপেক্ষিক তাপ—এই দুইয়ের অনুপাত (γ) 1·40 ও 1·41-এর মধ্যে থাকে। হাইড্রোজেনের ক্ষেত্রে γ-এর মান 1·41। সুতরাং হাইড্রোজেন অণু দ্বি-পরমাণুক।

ক্লোরিনের ক্ষেত্রে—ক্লোরিনের γ-এর মান 1·40-এর নিকটবর্তী। সুতরাং ক্লোরিন অণু দ্বি-পরমাণুক এবং ক্লোরিনের আণবিক সংকেত Cl_2।

অক্সিজেন অণু দ্বি-পরমাণুক—পরীক্ষায় দেখা যায় যে 2 আয়তন হাইড্রোজেন ও 1 আয়তন অক্সিজেন যুক্ত হইয়া 2 আয়তন স্টীম গঠন করে। মনে করা হউক 1 আয়তন হাইড্রোজেনে n সংখ্যক হাইড্রোজেন অণু আছে। সুতরাং, অ্যাভোগাড্রোর প্রকল্প অনুসারে,

2n অণু হাইড্রোজেন এবং n অণু অক্সিজেন যুক্ত হইয়া 2n অণু স্টীম উৎপন্ন হয়; বা, 2 অণু হাইড্রোজেন এবং 1 অণু অক্সিজেন যুক্ত হইয়া 2 অণু স্টীম উৎপন্ন হয়; বা, 1 অণু হাইড্রোজেন এবং $\frac{1}{2}$ অণু অক্সিজেন যুক্ত হইয়া 1 অণু স্টীম উৎপন্ন হয়।

কিন্তু এক অণু স্টীমে অন্ততঃ 1 পরমাণু অক্সিজেন থাকিবে; কারণ স্টীম হাইড্রোজেন ও অক্সিজেনের যৌগ। এই এক পরমাণু অক্সিজেন আসে $\frac{1}{2}$ অণু অক্সিজেন হইতে। সুতরাং এক অণু অক্সিজেনে অন্ততঃ 2 পরমাণু অক্সিজেন আছে।

অক্সিজেন গ্যাসের ক্ষেত্রে স্থির চাপে আপেক্ষিক তাপ ও স্থির আয়তনে আপেক্ষিক তাপের অনুপাত (γ)=1·40। দ্বি-পরমাণুক গ্যাসের ক্ষেত্রে γ-এর মান 1·40 ও

1·41-এর মধ্যে থাকে। সুতরাং অক্সিজেন অণু দ্বি-পরমাণুক এবং অক্সিজেনের আণবিক সংকেত O_2।

Q. 146. Show, with the help of Avogadro's hypothesis, that molecular weight of a gas is twice its relative density (or vapour density). [H. S. 1960 ; '64 , '68 ; '70 (Comp.)]

[অ্যাভোগাড্রোর প্রকল্পের সাহায্যে দেখাও যে-কোন গ্যাসের আণবিক ওজন উহার আপেক্ষিক ঘনত্বের বা বাষ্পীয় ঘনত্বের দ্বিগুণ ।]

Or,

Establish the relation between molecular weight and relative density (or vapour density) of a gas.

[কোন গ্যাসের আণবিক ওজন ও আপেক্ষিক ঘনত্বের (বা বাষ্প ঘনত্বের) মধ্যে সম্পর্ক নির্ণয় কর।]

Ans. কোন পদার্থের একটি অণু হাইড্রোজেনের একটি পরমাণু অপেক্ষা যতগুণ ভারী তাহা ঐ পদার্থের আণবিক ওজন। সুতরাং,

$$\text{আণবিক ওজন} = \frac{\text{পদার্থের একটি অণুর ওজন}}{\text{হাইড্রোজেনের একটি পরমাণুর ওজন}}$$

একই চাপ ও তাপমাত্রায় কোন গ্যাস উহার সমায়তন হাইড্রোজেন অপেক্ষা যতগুণ ভারী তাহা ঐ গ্যাসের আপেক্ষিক ঘনত্ব। সুতরাং,

$$\text{আপেক্ষিক ঘনত্ব} = \frac{\text{কোন গ্যাসের নির্দিষ্ট আয়তনের ওজন}}{\text{সমায়তন হাইড্রোজেনের ওজন}}$$

[একই চাপ ও তাপমাত্রায়]

মনে করা হইল, এই চাপে ও তাপমাত্রায় নির্দিষ্ট আয়তনের ঐ গ্যাসে n সংখ্যক অণু আছে। সুতরাং অ্যাভোগাড্রো-প্রকল্প অনুসারে ঐ আয়তনে হাইড্রোজেনের অণুর সংখ্যাও n।

$$\therefore \text{ আপেক্ষিক ঘনত্ব} = \frac{\text{গ্যাসের } n \text{ অণুর ওজন}}{\text{হাইড্রোজেনের } n \text{ অণুর ওজন}}$$

$$= \frac{n \times \text{গ্যাসের } 1 \text{ অণুর ওজন}}{n \times \text{হাইড্রোজেনের } 1 \text{ অণুর ওজন}}$$

$$= \frac{\text{গ্যাসের 1 অণুর ওজন}}{\text{হাইড্রোজেনের 1 অণুর ওজন}}$$

$$= \frac{\text{গ্যাসের 1 অণুর ওজন}}{\text{হাইড্রোজেনের 2 পরমাণুর ওজন}}$$

[কারণ, হাইড্রোজেনের অণু দ্বি-পরমাণুক।]

$$= \frac{1}{2} \times \frac{\text{গ্যাসের 1 অণুর ওজন}}{\text{হাইড্রোজেনের 1 পরমাণুর ওজন}}$$

$= \frac{1}{2} \times$ গ্যাসের আণবিক ওজন।

অতএব, গ্যাসের আণবিক ওজন $= 2 \times$ আপেক্ষিক ঘনত্ব।

[গ্যাসের আণবিক ওজন M এবং আপেক্ষিক ঘনত্ব D হইলে, $M = 2D$। অক্সিজেন $= 16.00$, এই হিসাবে হাইড্রোজেনের পারমাণবিক ওজন 1.008 হয়। সুতরাং সেক্ষেত্রে $M = 2.016 \times D$]

[দ্রষ্টব্য : আপেক্ষিক ঘনত্বকে বাষ্প-ঘনত্বও বলা হয়।]

Q. 147. Deduce the molecular formulae of the gases mentioned from the given observations :—

[প্রদত্ত পর্যবেক্ষণ হইতে উল্লিখিত গ্যাসগুলির আণবিক সংকেত নির্ণয় কর।]

(a) One volume of hydrogen combines with one volume of chlorine to form two volumes of hydrochloric acid gas, its vapour density being 18.25. [H. S. 1960]

(b) Carbon dioxide contains its own volume of oxygen, the vapour density of carbon dioxide being 22 [H. S. 1963 (Comp.)]

(c) Two volumes of hydrogen combine with one volume of oxygen to give two volumes of steam. The vapour density of steam is 9.

(d) One volume of nitrogen combines with three volumes of hydrogen to form two volumes of ammonia. The vapour density of ammonia is 8.5.

(e) Carbon monoxide contains half its volume of oxygen, it being given that the relative density of carbon monoxide is 14.

[H. S. 1964]

[Volumes of gases in each case were measured under same conditions of temperature and pressure.]

Ans. (a) 1 আয়তন হাইড্রোজেন ও 1 আয়তন ক্লোরিন যুক্ত হইয়া 2 আয়তন হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাস উৎপন্ন হয়।

মনে করা হইল, 1 আয়তন হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাসে উহার n সংখ্যক অণু আছে। গ্যাসগুলির আয়তন একই চাপে ও তাপমাত্রায় মাপা হইয়াছে। সুতরাং অ্যাভোগাড্রোর প্রকল্প অনুসারে সমায়তন গ্যাসে অণু-সংখ্যা সমান। অতএব,

2n অণু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাস n অণু হাইড্রোজেন এবং n অণু ক্লোরিন যুক্ত হইয়া উৎপন্ন হয়,

বা, 2 অণু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাস 1 অণু হাইড্রোজেন এবং 1 অণু ক্লোরিন যুক্ত হইয়া উৎপন্ন হয়,

বা, 1 অণু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাস $\frac{1}{2}$ অণু হাইড্রোজেন এবং $\frac{1}{2}$ অণু ক্লোরিন যুক্ত হইয়া উৎপন্ন হয়,

বা, 1 অণু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাস 1 পরমাণু হাইড্রোজেন এবং 1 পরমাণু ক্লোরিন যুক্ত হইয়া উৎপন্ন হয়।

(কারণ হাইড্রোজেন ও ক্লোরিন অণু উভয়ই দ্বি পরমাণুক)। সুতরাং, হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাসের সরল সংকেত $= HCl$। ইহার আণবিক সংকেত $= (HCl)x$, যেখানে x একটি সরল পূর্ণ সংখ্যা।

গ্যাসের আপেক্ষিক ঘনত্ব $= 18.25$; সুতরাং আণবিক ওজন $= 2 \times 18.25$ বা 36·5 (কারণ আণবিক ওজন $= 2 \times$ আপেক্ষিক ঘনত্ব)।

সুতরাং, $(HCl)\,x = 36.5$, x একটি সরল পূর্ণসংখ্যা।

বা, $(1+35.5)x = 36.5$, বা $x = 1$.

সুতরাং, হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাসের আণবিক সংকেত $= HCl$.

(b) 1 আয়তন কার্বন ডাই-অক্সাইডে 1 আয়তন অক্সিজেন আছে।

মনে করা হইল, 1 আয়তন কার্বন ডাই-অক্সাইডে n-সংখ্যক অণু আছে। একই চাপে ও তাপমাত্রায় গ্যাস দুইটির আয়তন মাপা হইয়াছে। সুতরাং অ্যাভোগাড্রোর প্রকল্প অনুসারে, n অণু কার্বন ডাই-অক্সাইডে n অণু অক্সিজেন আছে।

বা, 1 অণু কার্বন ডাই-অক্সাইডে 1 অণু অক্সিজেন বা 2 পরমাণু অক্সিজেন আছে (কারণ অক্সিজেন অণু দ্বি-পরমাণুক)। সুতরাং ইহার সংকেত CxO_2 রূপে লেখা যায়, যেখানে x=এক অণু কার্বন ডাই-অক্সাইডে কার্বনের পরমাণু-সংখ্যা। কার্বন ডাই-অক্সাইডের আপেক্ষিক ঘনত্ব=22 ; সুতরাং ইহার আণবিক ওজন=2×22 বা 44 (কারণ, আণবিক ওজন=2×আপেক্ষিক ঘনত্ব)।

সুতরাং, $CxO_2=44$, বা $x\times12+2\times16=44$, বা, $x=1$

অতএব, কার্বন ডাই-অক্সাইডের আণবিক সংকেত= CO_2.

(c) দুই আয়তন হাইড্রোজেন এবং এক আয়তন অক্সিজেন যুক্ত হইয়া দুই আয়তন ষ্টীম উৎপন্ন হয়।

মনে করা হইল, এক আয়তন হাইড্রোজেন গ্যাসে n-সংখ্যক উহার অণু আছে। একই চাপে ও তাপমাত্রায় গ্যাসগুলির আয়তন মাপা হইয়াছে। সুতরাং অ্যাভোগাড্রোর প্রকল্প অনুসারে সমায়তন গ্যাসে অণু-সংখ্যা সমান। সুতরাং,

2n অণু ষ্টীম 2n অণু হাইড্রোজেন এবং n অণু অক্সিজেন যুক্ত হইয়া গঠিত,

বা, 2 অণু ষ্টীম 2 অণু হাইড্রোজেন এবং 1 অণু অক্সিজেন যুক্ত হইয়া গঠিত,

বা, 1 অণু ষ্টীম 1 অণু হাইড্রোজেন এবং $\frac{1}{2}$ অণু অক্সিজেন যুক্ত হইয়া গঠিত,

বা, 1 অণু ষ্টীম 2 পরমাণু হাইড্রোজেন এবং 1 পরমাণু অক্সিজেন যুক্ত হইয়া গঠিত।

(কারণ, হাইড্রোজেন অণু এবং অক্সিজেন অণু দ্বি-পরমাণুক)

সুতরাং, ষ্টীমের সরল সংকেত= H_2O

অতএব ষ্টীমের আণবিক সংকেত= $(H_2O)x$, যেখানে x একটি সরল পূর্ণসংখ্যা।

ষ্টীমের আপেক্ষিক ঘনত্ব=9 ; সুতরাং আণবিক ওজন=2×9=18। কারণ, আণবিক ওজন=2×আপেক্ষিক ঘনত্ব।

∴ $(H_2O)x=18$, বা, $(2+16)x=18$, বা $x=1$

সুতরাং ষ্টীমের আণবিক সংকেত= H_2O.

(d) এক আয়তন নাইট্রোজেন এবং তিন আয়তন হাইড্রোজেন যুক্ত হইয়া দুই আয়তন অ্যামোনিয়া গ্যাস উৎপন্ন হয়।

মনে করা হইল, এক আয়তন অ্যামোনিয়া গ্যাসে উহার n সংখ্যক অণু আছে।

গ্যাসের আয়তন একই চাপ ও তাপমাত্রায় মাপা হইয়াছে বলিয়া সমায়তন গ্যাসে অণু-সংখ্যা সমান (অ্যাভোগাড্রো-প্রকল্প) সুতরাং,

2n অণু অ্যামোনিয়া n অণু নাইট্রোজেন এবং 3n অণু হাইড্রোজেন লইয়া গঠিত,

বা, 1 অণু অ্যামোনিয়া $\frac{1}{2}$ অণু নাইট্রোজেন এবং $\frac{3}{2}$ অণু হাইড্রোজেন লইয়া গঠিত,

কিন্তু $\frac{1}{2}$ অণু নাইট্রোজেন $=1$ পরমাণু নাইট্রোজেন এবং $\frac{3}{2}$ অণু হাইড্রোজেন $=3$ পরমাণু হাইড্রোজেন।

কারণ, নাইট্রোজেন অণু এবং হাইড্রোজেন অণু দ্বি-পরমাণুক।

সুতরাং, 1 অণু অ্যামোনিয়া 1 পরমাণু নাইট্রোজেন এবং 3 পরমাণু হাইড্রোজেন লইয়া গঠিত।

$\therefore$ অ্যামোনিয়ার সরল সংকেত $= NH_3$

অ্যামোনিয়ার আপেক্ষিক ঘনত্ব 8·5 ; সুতরাং ইহার আণবিক ওজন $= 2 \times 8{\cdot}5 = 17$ (কারণ, আণবিক ওজন $= 2 \times$ আপেক্ষিক ঘনত্ব)

$\therefore$ অ্যামোনিয়ার আণবিক সংকেত $=(NH_3)x$ যেখানে x একটি সরল পূর্ণ-সংখ্যা।

$\therefore$ $(NH_3)x = 17$, বা $(14+3)x = 17$, বা $x = 1$

$\therefore$ অ্যামোনিয়ার আণবিক সংকেত $= NH_3$.

(e) কার্বন মনোক্সাইডে উহার অর্ধ-আয়তন পরিমাণ অক্সিজেন আছে অর্থাৎ 2 আয়তন কার্বন মনোক্সাইডে 1 আয়তন অক্সিজেন আছে। মনে করা হইল, 1 আয়তন কার্বন মনোক্সাইডে n-সংখ্যক উহার অণু আছে। সুতরাং, অ্যাভোগাড্রোর প্রকল্প অনুসারে, 2n অণু কার্বন মনোক্সাইডে n অণু অক্সিজেন আছে, বা, 2 অণু কার্বন মনোক্সাইডে 1 অণু অক্সিজেন আছে। সুতরাং, 1 অণু কার্বন মনোক্সাইডে $\frac{1}{2}$ অণু বা 1 পরমাণু অক্সিজেন আছে, কারণ অক্সিজেন অণু দ্বি পরমাণুক। সুতরাং, ইহার সংকেত CxO রূপে লেখা যায়, যেখানে x = এক অণু কার্বন মনোক্সাইডে কার্বন পরমাণুর সংখ্যা। কার্বন মনোক্সাইডের আপেক্ষিক ঘনত্ব $=14$; সুতরাং ইহার আণবিক ওজন $= 2 \times 14 = 28$ (কারণ আণবিক ওজন $= 2 \times$ আপেক্ষিক ঘনত্ব)।

সুতরাং $CxO = 28$ বা $12x + 16 = 28$ বা $x = 1$

অতএব, কার্বন মনোক্সাইডের আণবিক সংকেত $= CO$.

Q. 148. How does Avogadro's hypothesis help to determine the atomic weight of an element ?
[H. S. 1961 (Comp.) ; 1962 (Comp.) ; '65 ; '65 (Comp.) ; '69 (Comp.)]

[অ্যাভোগাড্রো-প্রকল্পের সাহায্যে কিরূপে মৌলের পারমাণবিক ওজন নির্ণয় করা যায় ?]

Ans. ক্যানিজারোর পদ্ধতি : নীতি—পরমাণু অবিভাজ্য বলিয়া কোন যৌগিক পদার্থে উপাদান-মৌলের এক পরমাণুর কম থাকিতে পারে না। সুতরাং, কোন মৌলের বিভিন্ন যৌগিক পদার্থগুলির আণবিক ওজনগুলির মধ্যে মৌলের যে ক্ষুদ্রতম ওজন বর্তমান থাকে তাহাকে মৌলটির পারমাণবিক ওজন বলা যায়।

পদ্ধতি—(i) যে মৌলের পারমাণবিক ওজন নির্ণয় করিতে হয় সেই মৌল লইয়া গঠিত কতকগুলি গ্যাসীয় বা উদ্বায়ী যৌগিক পদার্থ লওয়া হয়। (ii) এই গ্যাসীয়-যৌগিক পদার্থগুলির আপেক্ষিক ঘনত্ব পরীক্ষার সাহায্যে নির্ণয় করা হয়। (iii) আপেক্ষিক ঘনত্বের মানকে দ্বিগুণ করিলে পদার্থগুলির আণবিক ওজন পাওয়া যায়। (iv) বিশ্লেষণের সাহায্যে এই সকল যৌগিক পদার্থের গ্রাম-অণুতে উক্ত মৌলের প্রকৃত ওজন স্থির করা হয়। এই ওজনগুলির মধ্যে ক্ষুদ্রতম ওজন উক্ত মৌলের সম্ভাব্য পারমাণবিক ওজন।

(1) **নাইট্রোজেন** (একটি গ্যাসীয় পদার্থ)-এর **পারমাণবিক ওজন** নির্ণয়—

নাইট্রোজেনের যৌগ	আপেক্ষিক ঘনত্ব (H=1)	আণবিক ওজন (=2 × আ: ঘনত্ব)	যৌগের গ্রাম অণুতে নাইট্রোজেনের ওজন
অ্যামোনিয়া (NH_3)	8·5	17	14=14×1
নাইট্রাস অক্সাইড (N_2O)	22	44	28=14×2
নাইট্রিক অক্সাইড (NO)	15	30	14=14×1
নাইট্রোজেন পার-অক্সাইড (NO_2)	23	46	14=14×1
নাইট্রোজেন ট্রাই-অক্সাইড (N_2O_3)	38	76	28=14×2

নাইট্রোজেনের যৌগগুলির আণবিক ওজনগুলিতে নাইট্রোজেনের ক্ষুদ্রতম ওজন 14। সুতরাং, নাইট্রোজেনের সম্ভাব্য পারমাণবিক ওজন 14।

(2) **অক্সিজেনের পারমাণবিক ওজন নির্ণয়**—

অক্সিজেনের যৌগ	আপেক্ষিক ঘনত্ব (H=1)	আণবিক ওজন =(2×আ: ঘনত্ব)	যৌগের গ্রাম-অণুতে অক্সিজেনের ওজন
জলীয় বাষ্প (H_2O)	9	18	16=16×1
কার্বন মনোক্সাইড (CO)	14	28	16=16×1
কার্বন ডাই-অক্সাইড (CO_2)	22	44	32=16×2
সালফার ডাই-অক্সাইড (SO_2)	32	64	32=16×2
সালফার ট্রাই-অক্সাইড (SO_3)	40	80	48=16×3
নাইট্রিক অক্সাইড (NO)	15	30	16=16×1

উল্লিখিত অক্সিজেনের যৌগগুলির আণবিক ওজনগুলিতে অক্সিজেনের ক্ষুদ্রতম ওজন 16। সুতরাং অক্সিজেনের সম্ভাব্য পারমাণবিক ওজন 16।

(3) **কার্বন** (একটি কঠিন পদার্থ)-এর **পারমাণবিক ওজন নির্ণয়**—

কার্বনের যৌগ		আপেক্ষিক ঘনত্ব (H=1)	আণবিক ওজন =(2×আ: ঘনত্ব)	যৌগের গ্রাম-অণুতে কার্বনের ওজন
কার্বন ডাই-অক্সাইড (CO_2)		22	44	12=12×1
কার্বন মনোক্সাইড (CO)		14	28	12=12×1
অ্যাসিটিলিন	(C_2H_2)	13	26	24=12×2
ইথিলিন	(C_2H_4)	14	28	24=12×2
বেনজিন	(C_6H_6)	39	78	72=12×6

কার্বনের যৌগগুলির আণবিক ওজনগুলিতে কার্বনের ক্ষুদ্রতম ওজন 12। সুতরাং, কার্বনের সম্ভাব্য পারমাণবিক ওজন 12।

[**দ্রষ্টব্য**—এই পদ্ধতিতে গ্যাসীয় মৌলের পারমাণবিক ওজন নির্ণয় করিতে হইলে নাইট্রোজেন বা অক্সিজেন এবং কঠিন মৌলের পারমাণবিক ওজন নির্ণয় করিতে হইলে কার্বন উদাহরণ হিসাবে লইবে। কিছুর উল্লেখ না থাকিলে যে-কোন একটি উদাহরণ লিখিলে চলিবে।]

দ্বিতীয় পদ্ধতি—20নং প্রশ্নোত্তরের (c) অংশের দ্বিতীয় পদ্ধতি দেখ।

Q. 149. (i) Show that gram-molecular weight (or one gram-mole) of any gas occupies 22 4 litres at N. T. P.

(ii) What do you mean by gram-molecular volume or molar volume (H. S. 1970) and Avogadro's Number ?

[(i) প্রমাণ অবস্থায় এক গ্রাম-অণু পরিমাণ যে-কোন গ্যাসের আয়তন 22.4 লিটার—ইহা প্রমাণ কর।

(ii) গ্রাম আণবিক আয়তন ও অ্যাভোগাড্রোর সংখ্যা বলিতে কি বুঝায় ?]

Ans. (i) পদার্থের আণবিক ওজন যত, তত গ্রাম ওজনের পদার্থকে উহার গ্রাম-অণু বলে। প্রমাণ অবস্থায় 1 লিটার হাইড্রোজেনের ওজন 0·089 গ্রাম। কোন গ্যাসের আপেক্ষিক ঘনত্ব D এবং আণবিক ওজন M দ্বারা নির্দেশ করা হইল।

$$\text{আপেক্ষিক ঘনত্ব (D)} = \frac{\text{প্রমাণ অবস্থায় 1 লিটার গ্যাসের ওজন}}{\text{প্রমাণ অবস্থায় 1 লিটার হাইড্রোজেনের ওজন}}$$

$$= \frac{\text{প্রমাণ অবস্থায় 1 লিটার গ্যাসের ওজন}}{0.089}$$

∴ প্রমাণ অবস্থায় 1 লিটার গ্যাসের ওজন

$$= 0.089 \times \text{আপেক্ষিক ঘনত্ব} = 0.089 \times \frac{M}{2} \text{ [কারণ } M = 2D \text{]}$$

$$\therefore \text{ প্রমাণ অবস্থায় } 0.089 \times \frac{M}{2} \text{ গ্রাম গ্যাসের আয়তন} = 1 \text{ লিটার,}$$

$$\therefore \text{ প্রমাণ অবস্থায় M গ্রাম গ্যাসের আয়তন} = \frac{2}{0.089} \text{ বা } 22.4 \text{ লিটার।}$$

(iii) **গ্রাম আণবিক আয়তন**—এক গ্রাম-অণু পরিমাণ কোন পদার্থের গ্যাসীয় অবস্থার আয়তনকে গ্রাম আণবিক আয়তন বলে। প্রমাণ অবস্থায় কোন গ্যাসের গ্রাম-আণবিক আয়তন 22·4 লিটার। সকল গ্যাসের উপর গ্যাস সমীকরণের ফল (effect) একই। সুতরাং, যে-কোন নির্দিষ্ট চাপে ও তাপমাত্রায় এক গ্রাম-অণু সকল গ্যাসের আয়তন একই।

—অ্যাভোগাড্রোর সংখ্যা—এক গ্রাম-অণু পরিমাণ কোন পদার্থে যত সংখ্যক অণু থাকে বা এক গ্রাম-পরমাণু কোন পদার্থে যত সংখ্যক পরমাণু থাকে তাহাকে অ্যাভোগাড্রোর সংখ্যা বলে।

এই সংখ্যার সংকেত N এবং ইহার মান $= 6.023 \times 10^{23}$।

Q. 150. Indicate the importance of Avogadro's hypothesis in Chemistry.

[রসায়ন-শাস্ত্রে অ্যাভোগাড্রোর প্রকল্পের গুরুত্ব বর্ণনা কর।]

Ans. অ্যাভোগাড্রোর প্রকল্প রসায়নে একটি যুগান্তকারী পরিবর্তন আনয়ন করিয়াছে। ইহার সাহায্যে রসায়ন চর্চার বিশেষ উন্নতি সাধিত হয়। পদার্থের নিত্যতাবাদ ও ডালটনের পরমাণুবাদের ন্যায় অ্যাভোগাড্রোর প্রকল্পও রসায়নে এক গুরুত্বপূর্ণ স্থান অধিকার করিয়াছে। প্রত্যক্ষ পরীক্ষার সাহায্যে এই প্রকল্প প্রমাণিত হয় নাই। কিন্তু এই প্রকল্প প্রয়োগ করিয়া যে সকল সিদ্ধান্তে পৌঁছান গিয়াছে, সেই সিদ্ধান্তগুলি সর্বদাই অভ্রান্ত বলিয়া প্রমাণিত হইয়াছে—কোন সিদ্ধান্তই পরীক্ষা-লব্ধ ফলের বিরুদ্ধাচারণ করে নাই। সেইজন্য অ্যাভোগাড্রোর প্রকল্পকে অ্যাভোগাড্রোর সূত্রও (Avogadro's law) বলা হইয়া থাকে।

পদার্থের ক্ষুদ্রতম অংশ যাহা স্বাধীনভাবে থাকিয়া পদার্থের মূল ধর্ম বজায় রাখে সেই ক্ষুদ্র কণিকার অর্থাৎ অণুর কল্পনা ইহাতে প্রথম করা হয়। পরমাণু ও অণুর পার্থক্য সুস্পষ্টরূপে নির্ণয় করা হয়। গে-লুসাকের গ্যাসায়তন সূত্র, যাহা পরমাণুবাদের সাহায্যে ব্যাখ্যা করা যায় নাই, তাহা এই প্রকল্পের সাহায্যে ব্যাখ্যা করা সম্ভব হইয়াছে। এই প্রকল্পের সাহায্যে কতকগুলি গুরুত্বপূর্ণ অনুসিদ্ধান্তে পৌঁছান গিয়াছে সেইগুলি এইরূপ :—(i) মৌলিক গ্যাস যথা, হাইড্রোজেন, অক্সিজেন, ক্লোরিন, নাইট্রোজেন ইত্যাদির অণু দ্বি পরমাণুক। (ii) পদার্থের আণবিক ওজন উহার আপেক্ষিক ঘনত্বের দ্বিগুণ। (iii) নির্দিষ্ট তাপমাত্রা ও চাপে এক গ্রাম-অণু পরিমাণ যে-কোন গ্যাসের আয়তন একই এবং প্রমাণ অবস্থায় এই আয়তন 22 4 লিটার। এই প্রকল্পের সাহায্যে আয়তনমাত্রিক সংযুতি হইতে পদার্থের সংকেত নির্ণয় করা যায় এবং মৌলিক পদার্থের পারমাণবিক ওজন নির্ণয় করা যায়।

Numerical Examples [গাণিতিক উদাহরণ]

1. Express in number of gram molecules (or moles) :— 100 g of sodium carbonate.

[গ্রাম-অণু সংখ্যারূপে প্রকাশ কর :—100 গ্রাম সোডিয়াম কার্বনেট।]

Ans. সোডিয়াম কার্বনেট (Na_2CO_3)-এর গ্রাম আণবিক ওজন = 106 গ্রাম।

∴ গ্রাম-অণু সংখ্যা $= \frac{Na_2CO_3\text{-এর ওজন}}{\text{উহার গ্রাম আণবিক ওজন}} = \frac{100}{106} = 0.9434$.

2. 2·5 gram-molecules of H_2SO_4 = how many grams of H_2SO_4 ?

[2·5 গ্রাম-অণু H_2SO_4 = কত গ্রাম H_2SO_4 ?]

Ans. H_2SO_4-এর গ্রাম-আণবিক ওজন = 98 গ্রাম,

∴ 1 গ্রাম-অণু H_2SO_4 = 98 গ্রাম H_2SO_4,

2·5 গ্রাম-অণু $H_2SO_4 = 98 \times 2.5$ বা 245 গ্রাম H_2SO_4 ।

3. (i) One gram molecule of oxygen contains 6.023×10^{23} molecules. Calculate the actual weight of one molecule of oxygen.

[অক্সিজেনের এক গ্রাম-অণুতে 6.023×10^{23}টি অণু আছে। একটি অক্সিজেন অণুর ওজন নির্ণয় কর।]

Ans. 6.023×10^{23}টি অক্সিজেন অণুর প্রকৃত ওজন = 32 গ্রাম,

∴ 1টি অক্সিজেন অণুর প্রকৃত ওজন $= \frac{32}{6.023 \times 10^{23}}$ গ্রাম।

$= 5.31 \times 10^{-23}$ গ্রাম।

(ii) What is the actual weight of an atom of nitrogen ?

[এক পরমাণু নাইট্রোজেনের প্রকৃত ওজন কত ?]

Ans. 6.023×10^{23}টি নাইট্রোজেন পরমাণুর ওজন =

1 গ্রাম-পরমাণু নাইট্রোজেন = 14 গ্রাম

∴ 1টি নাইট্রোজেন পরমাণুর ওজন $= \frac{14}{6.023 \times 10^{23}} = 2.32 \times 10^{-23}$ গ্রাম।

4. (i) How many molecules are there in 0·01 gram of water ?

[0·01 গ্রাম জলে কয়টি অণু আছে ?]

Ans. জলের গ্রাম-অণু = 18 গ্রাম।

18 গ্রাম জলে অণুর সংখ্যা $= 6.023 \times 10^{23}$

∴ 0·01 গ্রাম জলে অণুর সংখ্যা $= \frac{6.023 \times 10^{23} \times 0.01}{18}$

$= 3.34 \times 10^{20}$

(ii) Find the number of atoms present in 1 gram of chlorine.
[এক গ্রাম ক্লোরিনে পরমাণু-সংখ্যা নির্ণয় কর।]

Ans. ক্লোরিনের গ্রাম-পরমাণু = 35·5 গ্রাম।

35·5 গ্রাম ক্লোরিনে পরমাণুর সংখ্যা = $6 \cdot 023 \times 10^{23}$

∴ 1 গ্রাম ক্লোরিনে পরমাণুর সংখ্যা = $\frac{6 \cdot 023 \times 10^{23}}{35 \cdot 5} = 1 \cdot 696 \times 10^{22}$

5. Calculate the weight of 10 litres of carbon-dioxide at N. T. P. [প্রমাণ অবস্থায় 10 লিটার কার্বন ডাই-অক্সাইডের ওজন নির্ণয় কর।]

Ans. কার্বন ডাই-অক্সাইডের (CO_2) গ্রাম-আণবিক ওজন = 12 + 32 বা 44 গ্রাম। প্রমাণ অবস্থায় গ্রাম-আণবিক ওজনের কোন গ্যাসের আয়তন = 22·4 লিটার। সুতরাং, 22·4 লিটার কার্বন ডাই-অক্সাইডের ওজন = 44 গ্রাম।

∴ প্রমাণ অবস্থায় 10 লিটার কার্বন ডাই-অক্সাইডের ওজন = $\frac{44 \times 10}{22 \cdot 4}$ বা 19·64 গ্রাম।

6. What volume at N. T. P. is occupied by 5 g. of ammonia gas? [প্রমাণ অবস্থায় 5 গ্রাম অ্যামোনিয়া গ্যাসের আয়তন কত?]

Ans. অ্যামোনিয়া (NH_3)-এর গ্রাম-আণবিক ওজন = 14 + 3 বা 17 গ্রাম।

প্রমাণ অবস্থায় 17 গ্রাম অ্যামোনিয়ার আয়তন = 22·4 লিটার,

∴ ,, ,, 5 ,, ,, ,, = $\frac{22 \cdot 4 \times 5}{17}$ বা 6·59 লিটার।

7. 95·2 c.c. of a dry gas at N. T. P. weighed 0·17 g. Calculate the molecular weight of the gas.

[প্রমাণ অবস্থায় 95·2 c.c. শুষ্ক গ্যাসের ওজন 0·17 গ্রাম হইলে উহার আণবিক ওজন কত?]

Ans. 95·2 c.c. = 95·2 ÷ 1000 বা 0·0952 লিটার।

প্রমাণ অবস্থায় 0·0952 লিটার গ্যাসের ওজন = 0·17 গ্রাম,

∴ প্রমাণ অবস্থায় 22·4 লিটার গ্যাসের ওজন = $\frac{0 \cdot 17 \times 22 \cdot 4}{0 \cdot 0952}$ বা 40 গ্রাম।

প্রমাণ অবস্থায় গ্রাম-আণবিক ওজনের গ্যাসের আয়তন 22·4 লিটার ;

∴ গ্যাসের আণবিক ওজন = 4·· ।

8. A sample of gas weighing 0·314 g. occupies 304 c.c. at 27 C and 750 mm. pressure. Calculate the molecular weight of the gas.

[27°C ও 750 mm চাপে 0·344 গ্রাম কোন গ্যাসের আয়তন 304 c.c. ; গ্যাসটির আণবিক ওজন নির্ণয় কর ।]

Ans. প্রমাণ অবস্থায় গ্যাসের আয়তন V c.c. হইলে,

$$\frac{750 \times 304}{27+273} = \frac{760 \times V}{273}, \text{ বা } V = \frac{750 \times 304 \times 273}{760 \times 300} \text{ বা } 273 \text{ c.c.}$$

$$= 0·273 \text{ লিটার ।}$$

প্রমাণ অবস্থায় 0·273 লিটার গ্যাসের ওজন = 0·314 গ্রাম,

∴ " " 22·4 " " " $= \frac{0·314 \times 22·4}{0·273}$

বা 28·225 গ্রাম ।

সুতরাং, গ্যাসের আণবিক ওজন = 28·225 ।

9. One litre of a gas at 27°C and 780 mm. weighs 1·215 gms., calculate the molecular weight of the gas. [H. S. 1968]

[27°C এবং 780 mm. বায়ুচাপে এক লিটার কোন গ্যাসের ওজন 1·215 গ্রাম । গ্যাসটির আণবিক ওজন নির্ণয় কর ।]

Ans. N. T. P.-তে গ্যাসের আয়তন $= \frac{780 \times 1 \times 273}{760 \times (273+27)} = 0·934$ লিটার

N. T. P.-তে 0·934 লিটার গ্যাসের ওজন = 1·215 গ্রাম

∴ N. T. P.-তে 22·4 লিটার গ্যাসের ওজন $= \frac{1·215 \times 22·4}{0·934}$ গ্রাম

= 29·13 গ্রাম ।

∴ গ্যাসের আণবিক ওজন = 29·13 গ্রাম ।

10. A compound has the following composition by weight : hydrogen 1·59%, oxygen 76·09%, nitrogen 22·32%. 467·7 ml. of the

substance as a gas at 100°C and 740 mm. pressure weigh 0·939 gm. What is the formula of the compound ? [H. S. 1970]

[একটি যৌগে ওজন হিসাবে আছে : হাইড্রোজেন 1·59%, অক্সিজেন 76·09%, নাইট্রোজেন 22·32%। 100°C উষ্ণতায় এবং 740 মিলিমিটার চাপে যৌগটির (গ্যাস অবস্থায়) 467·7 মিলিলিটার আয়তনের ওজন 0·939 গ্রাম। উহার আণবিক সংকেত নির্ণয় কর]

Ans. 156 পৃষ্ঠার 1 নং উদাহরণ দেখ—যৌগটির স্থূল সংকেত HNO_3।

আণবিক গুরুত্ব নির্ণয় : N. T. P. তে আয়তন V হইলে,

$$\frac{760 \times V}{273} = \frac{740 \times 467 \cdot 7}{273 + 100} \text{ বা } V = \frac{273 \times 740 \times 467 \cdot 7}{760 \times 373}$$

$= 333 \cdot 4$ মিলিলিটার $= 0 \cdot 3334$ লিটার

প্রমাণ অবস্থায় 0·3334 লিটার গ্যাসের ওজন = 0·939 গ্রাম,

∴ প্রমাণ অবস্থায় 22·4 লিটার গ্যাসের ওজন $= \frac{0 \cdot 939 \times 22 \cdot 4}{0 \cdot 3334}$ বা 63·1 গ্রাম।

∴ আণবিক গুরুত্ব = 63·1

মনে করি, আণবিক সংকেত $= (HNO_3)_n$, যেখানে n একটি পূর্ণসংখ্যা

∴ $(1+14+48)n = 63 \cdot 1$ বা $63n = 63 \cdot 1$ ∴ $n = 1$

∴ যৌগটির আণবিক সংকেত $= HNO_3$

11. One litre of hydrogen at N. T. P. weighs 0·089 g. What is the volume occupied at N. T. P. by

(a) one gram-molecule of hydrogen, (b) one gram-molecule of any other gas ?

0·1022 g. of a substance when vapourised occupies 55·5 c. c. at 27°C and 760 mm. Find the gram-molecular weight of the substance. [H. S. 1965]

Ans. (a) 1 গ্রাম-অণু হাইড্রোজেনের ওজন $= 2 \times 1 = 2$ গ্রাম।

প্রমাণ অবস্থায় 0·089 গ্রাম হাইড্রোজেনের আয়তন 1 লিটার,

∴ প্রমাণ অবস্থায় 2 গ্রাম হাইড্রোজেনের

আয়তন $= \frac{1 \times 2}{0 \cdot 089}$ বা 22·4 লিটার।

(b) প্রমাণ অবস্থায় এক গ্রাম-অণু পরিমাণ যে কোন গ্যাসের আয়তন 22·4 লিটার হইবে।

প্রমাণ অবস্থায় গ্যাসের আয়তন V c.c. হইলে,

$$\frac{760 \times V}{273} = \frac{750 \times 55 \cdot 5}{27+273} \text{ বা } V = 49 \cdot 84 \text{ c.c.} = 0 \cdot 04984 \text{ লিটার।}$$

0·04984 লিটার (প্রমাণ অবস্থায়) গ্যাসের ওজন = 0·1022 গ্রাম।

∴ 22·4 লিটার, " " " " $= \frac{0 \cdot 1022 \times 22 \cdot 4}{\cdot 04984}$

বা 45·93 গ্রাম।

∴ পদার্থটির গ্রাম-আণবিক ওজন = 45·93 গ্রাম।

12. What will be the weight of 45 c.c. of a gas at 20°C and 755 mm. pressure? Aqueous tension at 20°C is 17·4 mm. and the molecular weight of the gas is 120.

[20°C এবং 755 mm. চাপে কোন গ্যাসের 45 c.c. এর ওজন কত? গ্যাসটির আণবিক ওজন 120 এবং 20°C-এর জলীয় বাষ্পের চাপ 17·4 mm.]

Ans. প্রমাণ অবস্থায় গ্যাসের আয়তন V c.c. হইলে,

$$\frac{V \times 760}{273} = \frac{45 \times (755 - 17 \cdot 4)}{(273+20)}$$

$$\therefore \quad V = \frac{273 \times 45 \times 737 \cdot 6}{760 \times 293} = 40 \cdot 81 \text{ c.c.} = 0 \cdot 04081 \text{ লিটার।}$$

প্রমাণ অবস্থায় 22·4 লিটার গ্যাসের ওজন = 120 গ্রাম,

∴ " " 0·04081 " " " $= \frac{120 \times \cdot 04081}{22 \cdot 4} = 0 \cdot 2186$ গ্রাম।

13. Four volatile compounds of nitrogen contain respectively 82·3, 63·6, 46·6 and 30·4 per cent of nitrogen by weight. Their vapour densities in the same order are 8·5, 22, 15 and 46. What is the probable atomic weight of nitrogen?

[নাইট্রোজেনের চারিটি উদ্বায়ী যৌগের মধ্যে নাইট্রোজেনের শতকরা মাত্রা 82·3, 63·6, 46·6 এবং 30·4। উহাদের আপেক্ষিক ঘনত্ব যথাক্রমে 8·5, 22, 15 এবং 46। নাইট্রোজেনের সম্ভাব্য পারমাণবিক ওজন কত?]

Ans. প্রথম যৌগের আপেক্ষিক ঘনত্ব = 8·5, ∴ উহার আণবিক ওজন = 2 × 8·5 = 17.

100 ভাগ ওজনের যৌগের মধ্যে N-এর ওজন = 82·3 ভাগ,

∴ 17 ভাগ ওজনের মধ্যে N-এর ওজন = $\frac{82 \cdot 3 \times 17}{100}$ বা 13·99 ভাগ।

দ্বিতীয় যৌগের আপেক্ষিক ঘনত্ব = 22 ; ∴ উহার আণবিক ওজন = 22 × 2 = 44

100 ভাগ ওজনের যৌগের মধ্যে N-এর ওজন = 63·6 ভাগ,

∴ 44 " " " " " " = $\frac{63 \cdot 6 \times 44}{100}$ বা 27·98 ভাগ।

তৃতীয় যৌগের আপেক্ষিক ঘনত্ব = 15 ; ∴ উহার আণবিক ওজন = 30। একইরূপে,

30 ভাগ ওজনের যৌগের মধ্যে N-এর ওজন = $\frac{46 \cdot 6 \times 30}{100}$ বা 13·98 ভাগ।

চতুর্থ যৌগের আপেক্ষিক ঘনত্ব = 46 ; ∴ উহার আণবিক ওজন = 92। একইরূপে,

92 ভাগ ওজনের যৌগের মধ্যে N-এর ওজন = $\frac{30 \cdot 4 \times 92}{100}$ বা 27·97 ভাগ।

সুতরাং, নাইট্রোজেন যৌগগুলির গ্রাম-আণবিক ওজনের মধ্যে নাইট্রোজেনের ওজন হইতেছে 13·99, 27·98, 13·98 এবং 27·97 গ্রাম অর্থাৎ 14, 28, 14, 28 গ্রাম (আসন্ন মানে)। 14 গ্রাম ওজনই ইহাদের মধ্যে সর্বাপেক্ষা ছোট ওজন। সুতরাং, নাইট্রোজেনের সম্ভাব্য পারমাণবিক ওজন 14।

14. An element E forms two gaseous hydrides A and B which contain 75 and 80 per cent of E, and have densities of 8 and 15 respectively. Given that A contains only one atom of E in its molecule, calculate (a) the atomic weight of E, and (b) the formulae of A and B. [H. S. 1964]

Ans.

হাইড্রাইড	ঘনত্ব	আণবিক ওজন	E-এর শতকরা মাত্রা
A	8	2 × 8 = 16	75
B	15	2 × 15 = 30	80

সুতরাং A যৌগের আণবিক ওজনে E-এর পরিমাণ $=\frac{75\times16}{100}=12$

এবং B „ „ „ E-এর পরিমাণ $=\frac{80\times30}{100}=24$

A যৌগের এক অণুতে এক পরমাণু E মৌল আছে। সুতরাং E মৌলের পারমাণবিক ওজন 12 ধরা যায়। A যৌগে H = 25% ; B যৌগে H = 20%।

শতকরা মাত্রাকে পারমাণবিক ওজন দ্বারা ভাগ করিয়া,

A যৌগে—

$E=75\div12=6{\cdot}25$

$H=25\div1=25$

ক্ষুদ্রতম সংখ্যা দ্বারা ভাগ করিয়া

$E=6{\cdot}25\div6{\cdot}25=1$

$H=25\div6{\cdot}25=4$

∴ A যৌগের স্থূল সংকেত $=EH_4$

∴ $(EH_4)n=16$,

বা, $(12+4)n=16$ বা $n=1$

∴ A যৌগের আণবিক সংকেত $=EH_4$

B যৌগে—

$E=80\div12=6{\cdot}67$

$H=20\div1=20$

ক্ষুদ্রতম সংখ্যা দ্বারা ভাগ করিয়া

$E=6{\cdot}67\div6{\cdot}67=1$

$H=20\div6{\cdot}67=3$ (আসন্ন পূর্ণ সংখ্যা)

∴ B যৌগের স্থূল সংকেত $=EH_3$

$(EH_3)n=30$

বা $(12+3)n=30$, বা $n=2$

∴ B যৌগের আণবিক সংকেত $=(EH_3)_2$ অর্থাৎ E_2H_6

15. What is the volume of one gram of hydrogen at N. T. P. and how many molecules of hydrogen are present in one litre of the gas in this condition? [H. S. 1972]

[প্রমাণ অবস্থায় এক গ্রাম হাইড্রোজেনের আয়তন কত এবং এই অবস্থায় এক লিটার গ্যাসে কতগুলি হাইড্রোজেন অণু আছে ?]

Ans. এক গ্রাম-অণু হাইড্রোজেন বা 2 গ্রাম হাইড্রোজেনের প্রমাণ অবস্থায় আয়তন = 22·4 লিটার।

1 গ্রাম হাইড্রোজেনের প্রমাণ অবস্থায় আয়তন $=\frac{22{\cdot}4}{2}$ বা 11·2 লিটার।

1 গ্রাম-অণু পরিমাণ কোন পদার্থে অণু-সংখ্যা = অ্যাভোগাড্রোর সংখ্যা

$$= 6.023 \times 10^{23}$$ ।

∴ 1 গ্রাম-অণু হাইড্রোজেনে অর্থাৎ প্রমাণ অবস্থায় 22.4 লিটার হাইড্রোজেন গ্যাসে অণু সংখ্যা $= 6.023 \times 10^{23}$

∴ প্রমাণ অবস্থায় 1 লিটার হাইড্রোজেন গ্যাসে অণু সংখ্যা

$$= \frac{6.023 \times 10^{23}}{22.4} = 2.68 \times 10^{22}$$ ।

EXERCISE VII

1. Express the following in number of gram-molecules (or moles):—

100 g. of KOH ; 265 g. of Na_2CO_3 ; 12.6 g. of $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$ (oxalic acid crystals) ; 100 g. of $CaCO_3$; 49 g. of $K_2Cr_2O_7$.

[Ans. 1.785 moles ; 2.5 moles ; 0.1 mole ; 1 mole ; 0.1666 moles.]

2. Express in grams :—0.5 moles of HCl ; 2 moles of NH_3 ; 2.5 moles of glucose ($C_6H_{12}O_6$), 0.65 moles of $KMnO_4$.

[Ans. 18.25 g. ; 34 g. ; 450 g. ; 102.7 g.]

3. What volume at N. T. P. is occupied by :—

8 g. of oxygen, 84 g. of nitrogen, 7.3 g. of HCl, .034 g. of ammonia, 10 g. of sulphur dioxide ?

[Ans. 5.6 litres, 67.2 litres 4.48 litres, .0448 litres, 3.5 litres.]

4. What are the weights of the following volumes of gases when the volumes are measured at N. T. P. ?

2.24 litres of oxygen ; 5 litres of carbon monoxide ; 100 c. c. of nitrous oxide (N_2O) ; 1 litre of chlorine ; 112 c. c. of nitrogen.

[Ans. 3.2 g. ; 6.25 g. : 0.196 g., 3.17 g., 0.14 g.]

5. A litre of oxygen at N. T. P. weighs 1.43 g. What is the molecular weight of oxygen ? [Ans. 32]

6. The volume of 1 gm. of a gas at N. T. P. is 500 c. c. What is the molecular weight of the gas ? [H. S. 1970 (Comp.)]

[N. T. P.-তে 500 c.c. আয়তন বিশিষ্ট গ্যাসের ওজন = 1 গ্রাম,

∴ „ „ 22400 c.c. „ „ „ $= \frac{1 \times 22400}{500} = 44.8$ গ্রাম।

∴ গ্যাসের আণবিক ওজন = 44.8]

7. Calculate the molecular weight of a gas 1 litre of which weighs 3·17 gm. [H. S. 1971]

[N. T. P.-তে 1 লিটার গ্যাসের ওজন = 3·17 গ্রাম

∴ N. T. P.-তে 22·4 লিটার গ্যাসের ওজন = 3·17 × 22·4 = 71 গ্রাম।

∴ গ্যাসটির আণবিক ওজন = 71.]

8. 8 g. of a gas occupy a volume of 2·8 litres at N. T.P. What is the molecular weight of the gas ? [Ans. 64]

9. 190·4 c.c. of a dry gas at N.T.P. weighed 0·34 g. What is the molecular weight of the gas ? [Ans. 40]

10. Calculate the weight of three litres of a gas, measured at N.T.P., the molecular weight of the gas being 30. [Ans. 4·02 g.]

11. Calculate the weight of 228 c.c. of a gas measured at 27°C and 750 mm. pressure, its molecular weight being 28. [Ans. 0·2557 g.]

12. What volume at 27°C and 740 mm. pressure will be occupied by 1·7 g. of ammonia gas ? [Ans. 2·528 litres.]

13. A sample of gas weighing 0·22 g. occupies a volume of 48 c.c. at 27°C and 740 mm. pressure. Calculate the molecular weight of the gas. [Ans. 115·8]

14. 2·762 g. of a gas occupy 3·895 litres at 20°C and 780 mm. pressure. Calculate its molecular weight. [Ans. 17]

15. 0·393 g. of a gas occupies 222·7 c.c. at 27°C and 750 mm. pressure. Calculate its relative density, and give its molecular weight. (Cal., I. Sc., 1962) [Ans. 22 ; 44]

16. Calculate the molecular weight of a gas 0·034 gm. of which occupies a volume of 30 c.c. at 27°C under pressure of 760 mm. of mercury. [H. S. 1971 (Comp.)]

[N. T. P.-তে গ্যাসের আয়তন V c.c. হইলে

$$\frac{760 \times V}{273} = \frac{760 \times 30}{273+27} \text{ বা } V = \frac{760 \times 30 \times 273}{760 \times 300} = 27{\cdot}3 \text{ c.c.}$$

প্রমাণ অবস্থায় 27·3 c.c. গ্যাসের ওজন = 0·034 গ্রাম

∴ প্রমাণ অবস্থায় 22400 c.c. গ্যাসের ওজন $= \frac{0{\cdot}034 \times 22400}{27{\cdot}3}$ গ্রাম

= 27·89 গ্রাম

∴ গ্যাসের আণবিক ওজন = 27·89 গ্রাম]

17. 0·19 g. of a volatile liquid heated above its boiling point to a temperature of 40°C, gave 65 c.c. of vapour at 770 mm. pressure. What is the molecular weight of the liquid ?

[Ans. 73·5]

18. Deduce the probable atomic weight of carbon from the following data—

compound	% of carbon	relative density
Methane	75	8
Ethylene	85·7	14
Propane	81·8	22
Benzene	92·3	39
Carbon dioxide	27·3	20

[Ans. 12]

Additional Questions with hints on answers

CHAPTER XIII

1. Explain and illustrate Gay Lussac's law of gaseous volumes and show how it has led to the distinction between atoms and molecules.

[Ans. 142 ও 143 প্রশ্নোত্তর দেখ।]

2. Enunciate Avogadro's hypothesis and show how it leads to a clear interpretation of Gay Lussac's law of gaseous volumes.

[Ans. 143 (b) ও 144 (a) নং প্রশ্নোত্তর দেখ।]

3. State Avogadro's hypothesis. What are the important deductions arrived at from Avogadro's hypothesis ? Describe in details any two of these with the help of Avogadaro's hypothesis. [H. S. 1968 (Comp.)]

[Q. 143 (b); গুরুত্বপূর্ণ সিদ্ধান্ত: (i) মৌলিক গ্যাসের অণুতে পরমাণু সংখ্যা নির্ণয় (Q. 145) (ii) পদার্থের আণবিক ওজন উহার আপেক্ষিক ঘনত্বের দ্বিগুণ (Q. 146) (iii) প্রমাণ অবস্থায় এক গ্রাম-অণু গ্যাসের আয়তন 22·4 লিটার (Q. 149) (iv) মৌলের পারমাণবিক ওজন নির্ণয় (Q. 148). (v) গ্যাসের আয়তন-সংযুতি হইতে আণবিক সংকেত নির্ণয় (Q. 147).

4. State how Avogadro's hypothesis has proved useful in the determination of atomic weights of gaseous elements.

[Ans. 148 নং প্রশ্নোত্তর দেখ।]

5. Explain clearly the meaning of the terms *relative density and molecular weight* applied to gases. Show how Avogadro's hypothesis may be used to connect the relative density of a gas with its molecular weight.

[Ans. 146 নং প্রশ্নোত্তর দেখ।]

6. Explain how Avogadro's hypothesis brings into harmony Dalton's atomic theory and Gay Lussac's law of gaseous volumes.

[Ans. 143 ও 144 নং প্রশ্নোত্তর দেখ।]

7. Sulphur dioxide contains its own volume of oxygen. What does this tell you about the formula of sulphur dioxide? What else must be known before the molecular formula of the gas can be given?

[Hints: 147 (b) নং প্রশ্নোত্তর দেখ। সালফার ডাই-অক্সাইডের আপেক্ষিক ঘনত্ব জানা প্রয়োজন।]

8. Explain with reference to oxygen, the difference between the weight of the molecule and the molecular weight. What do you understand by (a) gram-molecular weight (b) gram-molecular volume of oxygen? Give their values. [H. S. 1968]

[অক্সিজেনের একটি 'অণুর ওজন'—ইহার অর্থ এক অণু অক্সিজেনের প্রকৃত ওজন। অক্সিজেনের একটি অণুর প্রকৃত ওজন অ্যাভোগাড্রোর সংখ্যা হইতে নির্ণয় করা যায়। ইহার মান $5{\cdot}31 \times 10^{-23}$ গ্রাম (গাণিতিক উদাহরণ 3, পৃষ্ঠা 3 9 দেখ)। অক্সিজেনের আণবিক ওজন হইল একটি অনুপাত। এক পরমাণু হাইড্রোজেনের ওজন অপেক্ষা এক অণু অক্সিজেন কত ভারী তাহা আণবিক ওজন দ্বারা প্রকাশিত হয়। সুতরাং ইহার একক নাই। অক্সিজেনের আণবিক ওজন 32।

(a) ও (b)-এর জন্য 7নং এবং 149 (ii) প্রশ্নোত্তর দেখ। অক্সিজেনের গ্রাম-অণু 32 গ্রাম এবং গ্রাম-আণবিক আয়তন প্রমাণ অবস্থায় 22·4 লিটার]

9. How would you prove with Avogadro's hypothesis that if the vapour density of a substance be 22·0, its molecular weight would be 44·0? [H. S. 1972]

[146 নং প্রশ্নোত্তর দেখ, পৃ: 310।

$$\text{আপেক্ষিক ঘনত্ব} = \frac{\text{কোন গ্যাসের নির্দিষ্ট আয়তনের ওজন}}{\text{সমায়তন হাইড্রোজেনের ওজন}}$$

এই সমীকরণে "আপেক্ষিক ঘনত্ব"-এর স্থলে 22·0 লিখিয়া ঐ প্রশ্নোত্তর অনুসারে অগ্রসর হও।]

CHAPTER XIV

Simple Chemical Calculations (2)

[সরল রাসায়নিক গণনা]

রাসায়নিক সমীকরণ হইতে পদার্থের ওজন ও আয়তন সংক্রান্ত গণনা

—এই জাতীয় গণনার সময় নিম্নলিখিত তথ্যগুলি সর্বদা মনে রাখিবে।

(i) রাসায়নিক সমীকরণ দ্বারা প্রকাশিত ক্রিয়াগুলি প্রমাণ অবস্থায় অর্থাৎ 0°C তাপমাত্রায় ও 760 mm. চাপে ঘটে বলিয়া ধরা হয়।

(ii) প্রমাণ অবস্থায় এক গ্রাম-অণু গ্যাসের আয়তন 22·4 লিটার।

(iii) গ্যাসটির আয়তন যদি প্রমাণ অবস্থায় না থাকে তবে গ্যাস-সমীকরণ $\frac{P_1V_1}{T_1}=\frac{P_2V_2}{T_2}$ এর সাহায্যে উহাকে প্রমাণ অবস্থার আয়তনে পরিবর্তিত করিতে হইবে।

(iv) প্রমাণ অবস্থায় 1 লিটার হাইড্রোজেনের ওজন = 0·089 বা 0·09 গ্রাম।

(v) গ্যাসের প্রকৃত আয়তন লিটারে বা c.c.-তে প্রকাশ করিতে হয়।

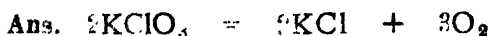
(vi) প্রমাণ অবস্থায় 1 লিটার গ্যাসের ওজন = ইহার ঘনত্ব × 0·089 বা 0·09।

নিম্নে কতকগুলি উদাহরণ দেওয়া হইল।

Numerical Examples [গাণিতিক উদাহরণ

1. What volume of oxygen at N. T. P. would be given off by the complete decomposition of 56·35 g. of potassium chlorate?

[56·35 গ্রাম পটাসিয়াম ক্লোরেট সম্পূর্ণ বিয়োজিত করিয়া প্রমাণ চাপে ও তাপমাত্রায় কত আয়তনের অক্সিজেন পাওয়া যাইবে?]

Ans. $2KClO_3 = 2KCl + 3O_2$

245 গ্রাম $\qquad\qquad$ 3 × 22·4 লিটার

প্রমাণ চাপ ও তাপমাত্রায়,

245 গ্রাম $KClO_3$ হইতে পাওয়া যায় 3 × 22·4 লিটার অক্সিজেন,

∴ 56·35 ,, ,, ,, ,, ,, $\frac{3\times 22·4\times 56·35}{245}$

বা 15·456 লিটার অক্সিজেন।

2. What volume of hydrogen, collected at 15°C and 788 mm. pressure, would be obtained by dissolving 10 g. of magnesium in dilute sulphuric acid?

[10 গ্রাম ম্যাগনেসিয়াম লঘু সালফিউরিক অ্যাসিডে দ্রবীভূত করিলে 15°C তাপমাত্রায় ও 780 মিলিমিটার চাপে কত আয়তনের হাইড্রোজেন পাওয়া যাইবে ?]

Ans. $Mg + H_2SO_4 = MgSO_4 + H_2$

24 গ্রাম ... 22·4 লিটার,

প্রমাণ চাপে ও তাপমাত্রায়,

24 গ্রাম ম্যাগনেসিয়াম হইতে হাইড্রোজেন পাওয়া যায় 22·4 লিটার,

∴ 10 গ্রাম Mg-হইতে হাইড্রোজেন পাওয়া যায় $\frac{22 \cdot 4 \times 10}{24}$

বা 9·33 লিটার ।

মনে করা হইল, প্রমাণ অবস্থায় 9·33 লিটার গ্যাসের আয়তন 15°C তাপমাত্রা ও 780 মিলিমিটার চাপে V লিটার হয় । সুতরাং,

$$\frac{780 \times V}{15 + 273} = \frac{760 \times 9 \cdot 33}{273}, \quad \text{বা } V = \frac{760 \times 9 \cdot 33 \times 288}{780 \times 273} = 9 \cdot 59 \text{ লিটার ।}$$

সুতরাং, নির্ণেয় হাইড্রোজেনের আয়তন = 9·59 লিটার ।

3. How much calcium carbonate must be strongly heated to get 12 litres of carbon dioxide at N. T. P.?

[প্রমাণ অবস্থায় 12 লিটার কার্বন ডাই-অক্সাইড পাইতে হইলে কত ওজনের ক্যালসিয়াম কার্বনেট উত্তপ্ত করিতে হইবে ?]

Ans. $CaCO_3 = CaO + CO_2$

100 গ্রাম ... 22·4 লিটার (প্রমাণ অবস্থায়)

22·4 লিটার CO_2 পাওয়া যায় 100 গ্রাম $CaCO_3$ হইতে,

∴ 12 " " " " $\frac{100 \times 12}{22 \cdot 4}$

বা 53·57 গ্রাম $CaCO_3$ হইতে ।

সুতরাং, $CaCO_3$-এর নির্ণেয় ওজন = 53·57 গ্রাম ।

4. Calculate the weight of zinc which, when dissolved in excess of dilute sulphuric acid, will liberate 0·57 litre of hydrogen at 27°C and 750 mm. pressure.

How much zinc sulphate will be produced? (Zn=65·38, S=32) [H. S. 1961]

[27°C-এ এবং 750 mm. চাপে 0·57 লিটার হাইড্রোজেন প্রস্তুতির জন্য কি পরিমাণ জিংক অতিরিক্ত লঘু সালফিউরিক অ্যাসিডে দ্রবীভূত করিতে হইবে তাহা নির্ণয় কর। কত জিংক সালফেট উৎপন্ন হইবে?]

Ans. 27°C ও 750 mm. চাপে 0·57 লিটার হাইড্রোজেনের আয়তন যদি প্রমাণ অবস্থায় V লিটার হয় তবে,

$$\frac{V \times 760}{273} = \frac{0{\cdot}57 \times 750}{27+273} \text{ বা } V = \frac{273 \times {\cdot}57 \times 750}{760 \times 300} = 0{\cdot}511 \text{ লিটার}$$

$$Zn + H_2SO_4 = ZnSO_4 + H_2$$

65·38   161·38   22·4 লিটার (প্রমাণ অবস্থায়)

22·4 লিটার হাইড্রোজেন উৎপন্ন হয় 65·38 গ্রাম জিংক হইতে,

∴ 0·511 „ „ „ „ $\frac{65{\cdot}38 \times 0{\cdot}511}{22{\cdot}4}$

বা 1·4914 গ্রাম জিংক হইতে।

সুতরাং, জিংকের নির্ণেয় ওজন = 1·4914 গ্রাম।

আবার, 65·38 গ্রাম জিংক হইতে জিংক সালফেট উৎপন্ন হয় 161·38 গ্রাম।

1·4914 „ „ „ „ „ „ „ $\frac{161{\cdot}38 \times 1{\cdot}4914}{65{\cdot}38}$

বা 3·6812 গ্রাম।

5. Calculate the weight of pure calcium carbonate from which 500 c.c. of carbon dioxide at 27°C and normal pressure may be prepared. What weight of pure carbon would yield the same quantity of carbon dioxide? [H. S. 1964 (Comp)]

Ans. উল্লিখিত শর্তের 500 c.c. গ্যাসের আয়তন N. T. P.-তে V c.c. হইলে,

$$\frac{V \times 760}{273} = \frac{500 \times 760}{27+273}$$ বা $$V = \frac{273 \times 500 \times 760}{300 \times 760} = 455 \text{ c.c.}$$

$= 0{\cdot}455$ লিটার।

$CaCO_3 + 2HCl = CaCl_2 + H_2O + CO_2$

100 গ্রাম 22·4 লিটার (N. T. P)

N. T. P.-তে 22·4 লিটার CO_2 পাওয়া যায় 100 গ্রাম $CaCO_3$ হইতে,

$\therefore$ " 0·455 " " " " $\frac{100 \times 0{\cdot}455}{22{\cdot}4}$

বা 2·03 গ্রাম $CaCO_3$ হইতে।

আবার, $C + O_2 = CO_2$

12 গ্রাম 22·4 লিটার (N. T. P)

22·4 লিটার CO_2 পাওয়া যায় 12 গ্রাম কার্বন হইতে,

$\therefore$ 0·455 " " " " $\frac{12 \times 0{\cdot}455}{22{\cdot}4}$

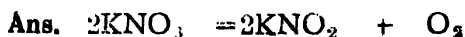
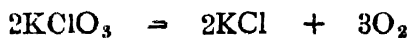
বা 0·244 গ্রাম কার্বন হইতে।

6. 10 g. each of potassium nitrate and potassium chlorate are separately decomposed to yield oxygen. Compare the volumes of oxygen produced at N. T. P.

[10 গ্রাম পটাসিয়াম নাইট্রেট ও পটাসিয়াম ক্লোরেট পৃথকভাবে বিযোজিত করিয়া অক্সিজেন উৎপাদন করা হইল। প্রমাণ চাপে ও তাপমাত্রায় উৎপন্ন গ্যাসের আয়তনের অনুপাত কি ?]

Ans. $2KNO_3 = 2KNO_2 + O_2$

202 গ্রাম 22·4 লিটার

$2KClO_3 = 2KCl + 3O_2$

245 গ্রাম $3 \times 22{\cdot}4$ লিটার

প্রমাণ চাপে ও তাপমাত্রায়,

202 গ্রাম KNO_3 হইতে অক্সিজেন উৎপন্ন হয় 22·4 লিটার,

$\therefore$ 10 " " " " " " $\frac{22{\cdot}4 \times 10}{202}$

বা 1·109 লিটার।

245 গ্রাম $KClO_3$ হইতে অক্সিজেন উৎপন্ন হয় 3×22.4 লিটার

$\therefore$ 10 „ „ „ „ „ „ $\frac{3 \times 22.4 \times 10}{245}$

বা 2.742 লিটার।

সুতরাং, $\frac{KNO_3 \text{ হইতে উৎপন্ন অক্সিজেনের আয়তন}}{KClO_3 \text{ হইতে উৎপন্ন অক্সিজেনের আয়তন}} = \frac{1.109}{2.742} = \frac{1}{2.472}$

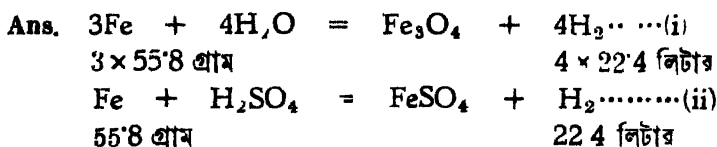
7. Red-hot iron decomposes steam and produces hydrogen. Iron dissolves in dilute sulphuric acid in cold and produces hydrogen. If a baloon of 1000 litres capacity is to be filled with hydrogen at 27°C and 750 mm. pressure, what is the minimum quantity of iron required to liberate the necessary amount of hydrogen ?

[লোহিত-তপ্ত লৌহ স্টীমকে বিযোজিত করিয়া হাইড্রোজেন উৎপন্ন করে। লঘু সালফিউরিক অ্যাসিডে লৌহ দ্রবীভূত হইয়া হাইড্রোজেন নির্গত হয়। 27°C ও 750 mm. চাপে 1000 লিটার আয়তনের একটি বেলুন হাইড্রোজেন গ্যাস দ্বারা পূর্ণ করিতে হইলে কমপক্ষে কি পরিমাণ লৌহ লাগিবে ?]

Ans. $3Fe + 4H_2O = Fe_3O_4 + 4H_2$ ......(i)

3×55.8 গ্রাম $\qquad$ 4×22.4 লিটার

$Fe + H_2SO_4 = FeSO_4 + H_2$ ....(ii)

55.8 গ্রাম $\qquad$ 22.4 লিটার

(i) নং সমীকরণ অনুসারে 3 গ্রাম পরমাণু আয়রন 4×22.4 লিটার হাইড্রোজেন উৎপন্ন করে অথবা, 1 গ্রাম-পরমাণু আয়রন $\frac{4 \times 22.4}{3}$ লিটার হাইড্রোজেন উৎপন্ন করে।

(ii) নং সমীকরণ অনুসারে 1 গ্রাম-পরমাণু আয়রন 22.4 লিটার হাইড্রোজেন উৎপন্ন করে। অতএব, স্টীম-আয়রন প্রণালীতেই কম পরিমাণ আয়রন লাগিবে।

27°C ও 750 mm চাপে 1000 লিটার হাইড্রোজেন গ্যাসের আয়তন যদি N. T. P.-তে V লিটার হয় তবে,

$$\frac{1000 \times 750}{27+273} = \frac{V \times 760}{273}, \text{ বা } V = 897.89 \text{।}$$

প্রমাণ চাপে ও তাপমাত্রায়,

4×22.4 লিটার হাইড্রোজেন পাওয়া যায় 3×55.8 গ্রাম আয়রন হইতে

∴ 897·89 „ „ „ „ $\frac{3 \times 55.8 \times 897.89}{4 \times 22.4}$

বা 1677·53 গ্রাম আয়রন হইতে।

∴ নির্ণেয় ওজন = 1677·53 গ্রাম।

8. How many kilograms of iron will react with steam to produce 1000 litres of hydrogen at 80°C and 780 mm. pressure?

[H. S. 1970]

[80°C উষ্ণতায় এবং 780 মিলিমিটার চাপে 1000 লিটার হাইড্রোজেন উৎপন্ন করিতে কত কিলোগ্রাম লোহার সহিত জলীয় বাষ্পের বিক্রিয়া ঘটিবে? Fe = 55·85]

Ans. 80°C এবং 780 mm. চাপে 1000 লিটার হাইড্রোজেনের আয়তন N. T. P.-তে V হইলে,

$$\frac{760 \times V}{273} = \frac{780 \times 1000}{(273+80)} \quad \text{বা} \quad V = \frac{273 \times 780 \times 1000}{760 \times 353}$$

= 793·8 লিটার।

$$3Fe + 4H_2O = Fe_3O_4 + 4H_2$$

3×55.85 গ্রাম $\qquad$ 4×22.4 লিটার

4×22.4 লিটার H_2 উৎপাদনের জন্য লোহা প্রয়োজন 3×55.85 গ্রাম,

∴ 793·8 „ „ „ „ „ „ $\frac{3 \times 55.85 \times 793.8}{4 \times 22.4}$

বা 1485 গ্রাম।

∴ লোহার ওজন = 1485 গ্রাম = 1·485 কিলোগ্রাম।

9. 1·0 g. of a compound contains 0·262 g. of nitrogen, 0·075 g. of hydrogen and 0·663 g. of chlorine. Find its simplest formula.

Calculate the quantity of the above substance from which you can get one litre of the ammonia gas at 27°C and 760 mm.

[H. S. (Comp.) 1962]

Ans. প্রথম অংশের জন্য 158 পৃষ্ঠার 4 নং অঙ্ক দেখ। যৌগটির স্থূল-সংকেত $= NH_4Cl$.

27°C এবং 760 mm. চাপে 1 লিটার আয়তন যদি N. T. P.-তে V লিটার হয়, তবে $\frac{V \times 760}{273} = \frac{1 \times 760}{27+273}$ বা $V = \frac{1 \times 760 \times 273}{300 \times 760} = 0.91$ লিটার।

$$2NH_4Cl + Ca(OH)_2 = CaCl_2 + 2NH_3 + 2H_2O$$

2×53.5 গ্রাম $\qquad\qquad$ 2×22.4 লিটার (N. T. P.)

2×22.4 লিটার অ্যামোনিয়া পাওয়া যায় 2×53.5 গ্রাম NH_4Cl হইতে,

∴ 0.91 " " " " $\frac{2 \times 53.5 \times 0.91}{2 \times 22.4}$

বা 2.1734 গ্রাম NH_4Cl হইতে।

10. A salt has the following percentage composition :—
$Na = 27.38$; $H = 1.19$; $C = 14.29$; $O = 57.40$

Find the simplest formnla.

2.1 g. of this salt is strongly heated. What is the volume of carbon dioxide evolved at 27 C add 760 mm. aud what is the weight of the solid residue ? [H. S. 1965]

Ans. প্রথম অংশের জন্য 156 পৃষ্ঠার 2 নং অঙ্ক দেখ।

দ্বিতীয় অংশ : যৌগের স্থূল-সংকেত $NaHCO_3$।

$$2NaHCO_3 = Na_2CO_3 + H_2O + CO_2$$

2×84 গ্রাম $\quad$ 106 গ্রাম $\qquad\qquad$ 22.4 লিটার (N. T. P.)

N. T. P.-তে 2×84 গ্রাম $NaHCO_3$ হইতে CO_2 পাওয়া যায় 22.4 লিটার,

∴ " 2.1 " " " " $\frac{22.4 \times 2.1}{2 \times 84}$ বা 0.28 লিটার।

N.T. P.-তে 0.28 লিটার প্রদত্ত অবস্থায় V হইলে,

$$\frac{0.28 \times 760}{273} = \frac{V \times 760}{300} \text{ বা } V = \frac{0.28 \times 760 \times 300}{273 \times 760} = 0.3077 \text{ লিটার।}$$

আবার,

2×84 গ্রাম $NaHCO_3$ হইতে প্রাপ্ত অবশেষের ওজন 106 গ্রাম,

2.1 " " " " " " $\frac{106 \times 2.1}{2 \times 84}$

বা, 1.325 গ্রাম।

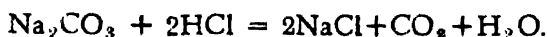
11. What volume of carbon dioxide at N. T. P. will be obtained by the action of 5 litres of HCl (sp. gr. 1·16) containing 30% of the acid by weight on 3 kilograms of sodium carbonate ?

[একটি লঘু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড দ্রবণে ওজনের অনুপাতে শতকরা 30 ভাগ অ্যাসিড আছে এবং উহার ঘনত্ব 1·16। এই অ্যাসিডের 5 লিটার যদি 3 কিলোগ্রাম সোডিয়াম কার্বনেটের সহিত মিশান হয় তবে প্রমাণ চাপে ও তাপমাত্রায় উৎপন্ন কার্বন ডাই-অক্সাইডের আয়তন কত ?]

Ans. 1 c.c. HCl-এর ওজন = 1·16 গ্রাম। সুতরাং 5 লিটার HCl-এর ওজন = 5000 × 1·16 বা 5800 গ্রাম।

100 গ্রাম HCl দ্রবণে অ্যাসিডের পরিমাণ = 30 গ্রাম,

∴ 5800 „ „ „ „ „ $= \frac{30 \times 5800}{100}$ বা 1740 গ্রাম।

$$Na_2CO_3 + 2HCl = 2NaCl + CO_2 + H_2O.$$

106 গ্রাম   73 গ্রাম   22·4 লিটার, প্রমাণ অবস্থায়

73 গ্রাম HCl-এর জন্য Na_2CO_3 প্রয়োজন = 106 গ্রাম,

∴ 1740 „ „ „ „ „ $= \frac{106 \times 1740}{73}$

বা 2526·57 গ্রাম।

কিন্তু সোডিয়াম কার্বনেটের পরিমাণ = 3 কিলোগ্রাম = 3000 গ্রাম। সুতরাং, এই বিক্রিয়াতে সম্পূর্ণ অ্যাসিড ব্যবহৃত হইবে এবং উৎপন্ন কার্বন ডাই-অক্সাইডের পরিমাণ অ্যাসিডের পরিমাণের উপর নির্ভর করিবে।

73 গ্রাম HCl-এর সাহায্যে CO_2 পাওয়া যায় 22·4 লিটার,

∴ 1740 গ্রাম „ „ „ „ „ $\frac{22 \cdot 4 \times 1740}{73}$

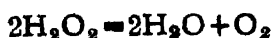
বা 533·93 লিটার।

12. 100 c.c. of a solution of hydrogen peroxide in water when boiled, gave 5 litres of oxygen at 12°C and 750 mm. pressure. Find the strength of hydrogen peroxide in the solution in terms of (a) percentage, (b) grams per litre, (c) volume strength.

[100 c.c. হাইড্রোজেন পার-অক্সাইডের জলীয় দ্রবণ উত্তপ্ত করিলে 12°C ও 750 mm. চাপে 5 লিটার অক্সিজেন নির্গত হয়। (a) শতকরা-মাত্রা, (b) লিটার প্রতি গ্রাম, (c) "আয়তন মাত্রা" হিসাবে দ্রবণে হাইড্রোজেন পার-অক্সাইডের গাঢ়তা নির্ণয় কর।]

Ans. 12°C এবং 750 mm. চাপে 5 লিটার অক্সিজেনের আয়তন যদি প্রমাণ অবস্থায় V লিটার হয়, তবে $\frac{750 \times 5}{12+273} = \frac{760 \times V}{273}$, বা

$$V = \frac{760 \times 5 \times 273}{750 \times 285} = 4{\cdot}72 \text{ লিটার।}$$

$2H_2O_2 = 2H_2O + O_2$

2×34 22·4 লিটার (প্রমাণ অবস্থায়)

22·4 লিটার অক্সিজেন উৎপন্ন হয় 2×34 গ্রাম H_2O_2 হইতে,

∴ 4·72 লিটার " " " $\frac{2 \times 34 \times 4{\cdot}72}{22{\cdot}4}$ বা 14·33 গ্রাম H_2O_2 হইতে।

14·33 গ্রাম H_2O_2 আছে 100 c.c. দ্রবণে,

সুতরাং, দ্রবণের শতকরা মাত্রা = 14·33। অতএব, লিটার প্রতি গ্রাম হিসাবে ওজন = 14·33 × 10 = 143·3 গ্রাম।

সমীকরণ হইতে দেখা যায় যে প্রমাণ অবস্থায়—

68 গ্রাম H_2O_2 দেয় 22400 c.c. অক্সিজেন,

∴ 1 গ্রাম H_2O_2 দেয় $\frac{22400}{68}$ বা 329·4 c c. অক্সিজেন।

অথবা, 100 c.c. 1% H_2O_2-এর দ্রবণ দেয় 329·4 c c. অক্সিজেন,

∴ 1 c.c. 1% H_2O_2-এর দ্রবণ দেয় 3·294 c.c. অক্সিজেন,

সুতরাং 1% H_2O_2-এর দ্রবণের মাত্রা = '3·294 আয়তন'

∴ 14·33% H_2O_2-এর দ্রবণের মাত্রা = 3·294 × 14·33 বা '47·2 আয়তন'।

13. Oxygen obtained by heating 12·25 g. of potassium chlorate is passed over 5·00 g. of pure dry and heated carbon. A part of the carbon burns to carbon dioxide. What is volume of this

CO_2 formed at 27°C and 75 cm. and what is the weight of residual carbon? [K=39, Cl=35·5 ; O=16] [H. S. 1963]

Ans. $2KClO_3 = 2KCl + 3O_2$

245 গ্রাম N. T. P.-তে (3 × 22·4) লিটার অক্সিজেন,

245 গ্রা. $KClO_3$ হইতে অক্সিজেন পাওয়া যায় 3×22·4 লিটার

∴ 12·25 গ্রা. „ „ „ „ „ $\frac{3 \times 22.4 \times 12.25}{245}$

বা 3·36 লিটার।

$C + O_2 = CO_2$

12 গ্রাম 22·4 লি. 22·4 লি. (N. T. P.-তে)

22·4 লি. অক্সিজেনের জন্য কার্বন লাগে 12 গ্রাম,

∴ 3·36 লি. „ „ „ „ $\frac{12 \times 3.36}{22.4}$ বা 1·8 গ্রাম।

সুতরাং অবশিষ্ট কার্বনের ওজন = (5 − 1·8) গ্রাম = 3·2 গ্রাম।

22·4 লি. অক্সিজেন হইতে CO_2 উৎপন্ন হয় 22·4 লি. (N. T. P.-তে)

∴ 3·36 লি. অক্সিজেন হইতে CO_2 উৎপন্ন হয় 3·36 লি, (N. T. P.-তে)

সুতরাং 27°C এবং 75 cm. চাপে CO_2-এর আয়তন যদি V লিটার হয় তবে,

$$\frac{V \times 75}{300} = \frac{3.36 \times 76}{273} \quad \text{বা,} \quad V = \frac{300 \times 3.36 \times 76}{75 \times 273}$$

= 3·741 লিটার।

14. 1·3 g. of zinc are allowed to react with dilute sulphuric acid containing 3·0 g. of H_2SO_4. Which of these chemicals is used up when the reaction ceases, and what is the volume of hydrogen evolved at 37°C and 755 mm.? (Zn=65 ; S=32)

[H. S. 1963 (Comp.)]

Ans. $Zn + H_2SO_4 = ZnSO_4 + H_2$

65 98 22·4 লিটার

65 গ্রাম জিংকের জন্য H_2SO_4 লাগে 98 গ্রাম,

∴ 1·3 গ্রাম „ „ „ „ $\frac{98 \times 1.3}{65}$ বা 1·96 গ্রাম।

কিন্তু H_2SO_4-এর পরিমাণ দেওয়া আছে 3 গ্রাম। সুতরাং এই বিক্রিয়ায় H_2SO_4 অতিরিক্ত থাকিবে এবং সমস্ত জিংক (1·3 গ্রাম) ব্যবহৃত হইবে।

অতএব উৎপন্ন হাইড্রোজেনের পরিমাণ জিংকের পরিমাণের উপর নির্ভর করে।

65 গ্রাম জিংক হইতে N. T. P.-তে হাইড্রোজেন পাওয়া যায় 22·4 লিটার,

∴ 1·3 গ্রাম „ „ „ „ „ „ $\frac{22 \cdot 4 \times 1 \cdot 3}{65}$

বা, 0·418 লিটার।

N. T. P.-তে 0·448 লিটার যদি 37°C এবং 755 mm. চাপে V লিটার হয়, তবে—

$$\frac{755 \times V}{273+37} = \frac{760 \times \cdot 448}{273} \quad \text{বা} \quad \frac{755 \times V}{310} = \frac{760 \times \cdot 448}{273}$$

$$\therefore \quad V = \frac{760 \times \cdot 448 \times 310}{755 \times 273} = 0 \cdot 512 \text{ লিটার।}$$

15. What volume of sulphuretted hydrogen, measured at 27°C and 750 mm. would precipitate the copper in a solution of 2 g. of $CuSO_4$ in water? How much ferrous sulphide would give the requisite quantity of sulphuretted hydrogen?
(Cu=635, Fe=56) [H. S. 1964]

Ans. $CuSO_4 + H_2S = CuS + H_2SO_4$

159·5 গ্রাম 22·4 লিটার (N. T. P.)

159·5 গ্রাম $CuSO_4$-এর জন্য H_2S লাগে 22·4 লিটার (N. T. P.-তে)

2 গ্রাম „ „ „ „ $\frac{22 \cdot 4 \times 2}{159 \cdot 5}$

বা 0·2808 লিটার (N. T. P.-তে)

উল্লিখিত অবস্থায় এই আয়তন V লিটার হইলে,

$$\frac{750 \times V}{300} = \frac{760 \times \cdot 2808}{273} \quad \text{বা} \quad V = \frac{760 \times \cdot 2808 \times 300}{273 \times 750}$$

$$= 0 \cdot 3126 \text{ লিটার।}$$

$FeS + H_2SO_4 = FeSO_4 + H_2S$

88 গ্রাম 22·4 লিটার (N. T. P.

22·4 লিটার H_2S তৈয়ারী করিতে FeS লাগে 88 গ্রাম,

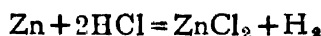
$\therefore$ 0·2808 লিটার " " " " $\frac{88 \times \cdot 2808}{22 \cdot 4}$ বা 1·103 গ্রাম।

16. 1 g. of zinc containing zinc oxide as impurity gave on treatment with dilute hydrochloric acid 130 c.c. of hydrogen at 50°C and 755 mm. pressure. Calculate the percentage of zinc in the impure specimen.

[জিংকের সহিত খানিকটা জিংক অক্সাইড মিশ্রিত ছিল। মিশ্রণের 1 গ্রাম লইয়া লঘু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড মিশাইলে 50°C ও 755 mm. চাপে 130 c.c. শুষ্ক হাইড্রোজেন গ্যাস নির্গত হয়। ঐ নমুনায় জিংকের পরিমাণ শতকরা কত অংশ ?]

Ans. প্রমাণ অবস্থায় উল্লিখিত হাইড্রোজেনের আয়তন V c.c. হইলে,

$$\frac{755 \times 130}{50 \times 273} = \frac{760 \times V}{273}, \quad V = \frac{755 \times 130 \times 273}{760 \times 323} = 109 \cdot 15 \text{ c.c.}$$

$$Zn + 2HCl = ZnCl_2 + H_2$$

65·3 গ্রাম 22·4 লিটার (প্রমাণ অবস্থায়)

22400 c.c হাইড্রোজেন উৎপন্ন হয় 65·3 গ্রাম জিংক হইতে,

$\therefore$ 109·15 c.c. " " " $\frac{65 \cdot 3 \times 109 \cdot 15}{22400}$

বা ·3182 গ্রাম জিংক হইতে।

1 গ্রাম অবিশুদ্ধ জিংকের মধ্যে বিশুদ্ধ জিংকের পরিমাণ = ·3182 গ্রাম।

$\therefore$ জিংকের শতকরা মাত্রা = ·3182 × 100 = 31·82%.

17. Air contains 23 per cent of its weight of oxygen. How many grams of sulphur will be required to burn out the oxygen in 100 litres of air at 30°C and 755 mm. ?

[ওজন হিসাব বায়ুতে অক্সিজেনের শতকরা মাত্রা 23। 30°C এবং 755 mm. চাপে 100 লিটার বায়ুর সমস্ত অক্সিজেন দহনের জন্য প্রয়োজনীয় সালফারের ওজন কত ?]

Ans. ঐ চাপে ও তাপমাত্রায় 100 লিটার বায়ুর আয়তন N.T.P.-তে V হইলে,

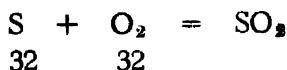
$$\frac{100 \times 755}{37+273} = \frac{760 \times V}{273}, \quad \therefore \quad V = \frac{100 \times 755 \times 273}{303 \times 760} \text{ লিটার।}$$

বায়ুর ঘনত্ব 14·4 বলিয়া এই আয়তনের বায়ুর ওজন

$$\frac{100 \times 755 \times 273 \times \cdot 09 \times 14 \cdot 4}{303 \times 760} \text{ বা } 116 \text{ গ্রাম।}$$

[প্রমাণ অবস্থায় 1 লিটার বায়ুর ওজন = বায়ুর ঘনত্ব × প্রমাণ অবস্থায় 1 লিটার হাইড্রোজেনের ওজন অর্থাৎ 0·09 গ্রাম।]

∴ 116 গ্রাম বায়ুতে অক্সিজেনের পরিমাণ $= \frac{23 \times 116}{100}$ বা 26·68 গ্রাম।

$$\underset{32}{S} + \underset{32}{O_2} = SO_2$$

32 গ্রাম অক্সিজেনের জন্য সালফার লাগে 32 গ্রাম,

26·68 " " " " " 26·68 গ্রাম,

18. Assuming air to contain 21% by volume of oxygen, what volume of air at 27°C and 750 mm. pressure will be required for the complete combustion of 60 g. of a paraffin candle composed of 80% carbon and 20% hydrogen ?

[আয়তন হিসাবে বায়ুতে 21% অক্সিজেন আছে। 27°C এবং 750 mm. চাপে কত আয়তনের বায়ু 60 গ্রাম মোম (80% কার্বন ও 20% হাইড্রোজেন লইয়া এই মোম গঠিত) সম্পূর্ণরূপে দহন করিবে ?]

Ans. 100 গ্রাম মোমে কার্বন আছে 80 গ্রাম ও হাইড্রোজেন 20 গ্রাম,

∴ 60 গ্রাম মোমে কার্বন $= \frac{80 \times 60}{100}$ বা 48 গ্রাম এবং হাইড্রোজেন $= \frac{20 \times 60}{100}$ বা 12 গ্রাম আছে।

$$C + O_2 = CO_2 \,; \quad 2H_2 + O_2 = 2H_2O$$

12 গ্রাম 22·4 লিটার   4 গ্রাম   22·4 লিটার

উপরের সমীকরণ হইতে দেখা যায় যে প্রমাণ অবস্থায়,

12 গ্রাম কার্বনের জন্য অক্সিজেন লাগে 22·4 লিটার,

∴ 48 " " " " " 22·4×4 বা 89·6 লিটার।

আবার, 4 গ্রাম হাইড্রোজেনের জন্য অক্সিজেন লাগে 22·4 লিটার।

∴ 12 গ্রাম " " " " 22·4×3=67·2 লিটার।

∴ 60 গ্রাম মোম সম্পূর্ণ দহনের জন্য মোট অক্সিজেনের প্রয়োজন

=89·6+67·2=156·8 লিটার (প্রমাণ অবস্থায়)

সুতরাং, প্রমাণ অবস্থায় মোট বায়ুর আয়তন $=\frac{156·8\times100}{21}$ লিটার।

[কারণ 100 আয়তনের বায়ুতে 21 আয়তনের অক্সিজেন আছে।]

প্রমাণ অবস্থায় এই আয়তনের বায়ু যদি উল্লিখিত অবস্থায় V c.c. হয় তবে,

$\frac{V\times750}{27+273}=\frac{156·8\times100\times760}{21\times273}$, বা $V=\frac{156·8\times100\times760\times300}{21\times273\times750}$

=831·2 লিটার।

19. Hydrogen sulphide obtained by treating a sample of ferrous sulphide with dilute sulphuric acid contained 5% of hydrogen by volume. What percentage of free iron did the sample of ferrous sulphide contain? (Fe=56, S=32)

[একটি নমুনার ফেরাস সালফাইডে লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড মিশাইয়া যে হাইড্রোজেন সালফাইড পাওয়া যায় তাহাতে আয়তন হিসাবে শতকরা 5 ভাগ হাইড্রোজেন মিশ্রিত থাকে। ঐ ফেরাস সালফাইডে আয়রনের পরিমাণ কত? (Fe=56, S=32)]

Ans. ফেরাস সালফাইডে আয়রনের পরিমাণ x% হইলে 100 গ্রাম নমুনায় (100−x) গ্রাম FeS ও x গ্রাম Fe থাকে।

$FeS+H_2SO_4=FeSO_4+H_2S$

88 গ্রাম 22·4 লিটার (প্রমাণ অবস্থায়)

(100−x) গ্রাম FeS হইতে H_2S উৎপন্ন হয় $\frac{22·4\times(100-x)}{88}$ লিটার।

$Fe+H_2SO_4=FeSO_4+H_2$

56 গ্রাম 22·4 লিটার (প্রমাণ অবস্থায়)

x গ্রাম Fe হইতে H_2 উৎপন্ন হয় $\frac{22{\cdot}4 \times x}{56}$ লিটার।

গ্যাস মিশ্রণে H_2S ও H_2 এর আয়তনের অনুপাত 95 : 5,

$$\frac{22{\cdot}4 \times (100 - x)}{68} : \frac{22{\cdot}4 \times x}{56} = 95 : 5, \text{ বা } x = 3{\cdot}24$$

সুতরাং, আয়রনের পরিমাণ $= 3{\cdot}24\%$।

EXERCISE VIII

[See page 151 for list of atomic weights to be used in the following calculations.]

1. What weight of potassium chlorate would be necessary to produce 22 4 litres of oxygen at N. T. P. ? [Ans. 81 66 g.]

2. What volume of oxygen at N. T. P. would be given off by the complete decomposition of 112·5 g. of potassium chlorate ? [Ans. 33 6 litres]

3. How much iron should be dissolved in dilute sulphuric acid to yield 560 c. c. of hydrogen at N. T. P. [Ans. 1·395 g.]

4. How much water and how much sodium peroxide must be used to give 500 c. c. of oxygen at N. T. P. ? [Ans. 0·8035 g. H_2O ; 3 482 g. Na_2O_2]

5. What volume of carbon dioxide at N. T. P. would be set free by the calcination of 12 g. chalk ? What will be its volume at 200°C and 780 mm. pressure ? [Ans. 2·688 litres ; 4 527 litres]

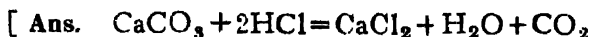
6. Calculate the weight of potassium chlorate which on heating will liberate 3·04 litres oxygen at 27°C and 750 mm. pressure. [Ans 9 953 g. 332 পৃষ্ঠার 4নং উদাহরণের ন্যায়।] [H. S. 1960]

7. What volume of oxygen at 39°C and 765 mm. pressure is evolved by heating strongly 100 g. of potassium nitrate ? [Ans. 12·59 litres]

8. What volume of oxygen at N. T. P. would combine with 20 g. of mercury to give mercuric oxide ? [Ans. 1·12 litres]

9. How many grams of ammonium chloride would be required to prepare 10 litres of ammonia at 15°C and 750 mm. pressure by the action of excess of lime ? [Ans. 22·34 g.]

10. Calculate the weight of calcium carbonate which when dissolved in hydrochloric acid will liberate 3 litres of carbon dioxide at 0°C and 750 mm. pressure. [H. S. 1960 (comp.)]

[Ans. $CaCO_3 + 2HCl = CaCl_2 + H_2O + CO_2$

100 গ্রাম 22·4 লিটার

প্রমাণ অবস্থায় আয়তন V হইলে

$$\frac{760 \times V}{273} = \frac{750 \times 3}{0 + 273} \quad \therefore \quad V = \frac{273 \times 750 \times 3}{760 \times 273} = 2·96 \text{ লিটার}$$

প্রমাণ অবস্থায় 22·4 লিটার CO_2-এর জন্য $CaCO_3$ প্রয়োজন 100 গ্রাম,

$\therefore$,, ,, 2·96 লিটার ,, ,, ,, $\frac{100 \times 2·96}{22·4}$

বা 13·21 গ্রাম।

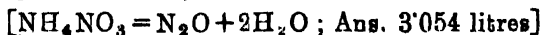
$\therefore$ নির্ণেয় ওজন = 13·21 গ্রাম।]

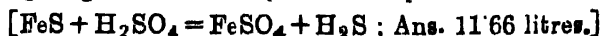
11. What volume of oxygen at N. T. P. is required to oxidise completely 10 g. of metallic lead to lead monoxide ?

[Ans. 541·1 c. c.]

12. What volume of hydrogen at N. T. P. can be obtained from 1 g. of zinc when acted upon by excess dil H_2SO_4 ? Is there any difference in volume of hydrogen if dil. HCl is used instead of H_2SO_4 ? [Ans. 343 c. c. ; না]

13. What volume of nitrous oxide can be formed at 17°C and 740 mm. pressure from 10 g. ammonium nitrate ?

[$NH_4NO_3 = N_2O + 2H_2O$; Ans. 3·054 litres]

14. What volume of hydrogen sulphide at 15°C and 770 mm. is evolved on dissolving 44 g. of ferrous sulphide in sulphuric acid ?

[$FeS + H_2SO_4 = FeSO_4 + H_2S$; Ans. 11·66 litres.]

15. What volume of ammonia gas can be obtained from 20 g.

of ammonium chloride and excess slaked lime, the gas being collected at 750 mm. pressure and 7°C ? [Ans. 8·7 litres]

16. 9 g. of water are (a) decomposed by sodium, (b) passed as steam over red-hot iron, (c) decomposed by an electric current. What volume of gas at N.T.P. is produced in each case ?

[5·6 litres ; 11·2 litres ; 16·8 litres]

17. 1 g. of a mixture of sodium carbonate and bicarbonate, in equal proportions by weight, is ignited until there is no more loss in weight. What volume of CO_2 is evolved at N. T. P. ?

[সোডিয়াম কার্বনেট (0·5 গ্রাম) অপরিবর্তিত থাকে, বাই কার্বনেট (0·5 গ্রাম) বিযোজিত হয়।]

$$2NaHCO_3 = Na_2CO_3 + H_2O + CO_2$$

2×84 22·4 লিটার (N. T. P.)

[Ans. 66·66 c.c.]

18. Assuming that granulated zinc completely reacts with dil. sulphuric acid, calculate the amount of the former (i. e. granulated zinc) which would give 1000 c.c. of dry hydrogen at 30°C and 754 mm. pressure. (Cal., I. Sc. 1955) [Ans. 2·614 g.]

19. What volume of carbon dioxide, measured at 16°C and 750 mm. pressure could be obtained by dissolving 3 g. of pure marble in dilute hydrochloric acid ? [Ans. 720·7 c.c.]

20. What weight of marble will have to be dissolved in hydrochloric acid solution in order to produce 12 litres of carbon dioxide at 27°C and 750 mm. pressure ? What weight of pure carbon will give that amount of carbon dioxide on combustion ?

[(Cal., I. Sc.) ; Ans. marble 48·12 g. ; carbon 5·77 g.]

21. What volume of ammonia and of hydrogen chloride at 10°C and 750 mm. pressure will produce 0·124 g. of ammonium chloride ?

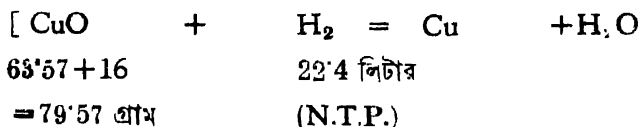
[4·5 c.c. NH_3 ; 54·5 c.c. HCl]

22. A current of hydrogen is passed over cupric oxide heated in a bulb-tube. Calculate the volume of hydrogen at N.T.P. required for the reduction of 0·8 g. of the oxide (Cu=63·57)

[H. S. (Comp.) 1961]

[$CuO + H_2 = Cu + H_2O$

63'57+16 22'4 লিটার

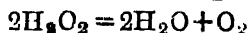
=79'57 গ্রাম (N.T.P.)

79'57 গ্রাম CuO বিজারিত করিতে N.T.P.-তে H_2 লাগে 22'4 লিটার,

∴ 0'8 গ্রাম " " " " " $\frac{22'4 \times 0'8}{79'57}$

বা 0'2252 লিটার ।]

23. When 1'225 g. of potassium chlorate were strongly heated 336 c.c. of oxygen were evolved at N. T. P., and the residue weighed 0'745 g. What is the density of oxygen and its molecular weight ? [Ans. 1'43 g./litre ; 32]

24. A quantity of barium peroxide is suspended in water and decomposed by carbon dioxide. If 9'85 g. of barium carbonate are formed, what volume of oxygen at N. T. P. will be obtained by boiling the solution of hydrogen peroxide ? (Ba=137)

[$BaO_2 + CO_2 + H_2O = BaCO_3 + H_2O_2$

$2H_2O_2 = 2H_2O + O_2$ [Ans. 0'56 litre]

25. What volume of oxygen at 12°C and 750 mm. pressure be obtained by completely decomposing 60 g. of potassium chlorate and what weight of sulphur will burn in it ?

[Ans. 17'4 litres : 23'52 g.]

26. What weight of iron and sulphuric acid would produce sufficient hydrogen gas to fill a balloon of 12,000 litres capacity at 0°C and 760 mm. ? (Fe=56)

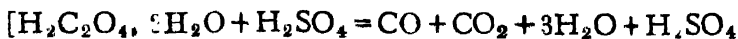
[Ans. Fe=30,000 g. ; H_2SO_4=52,500 g.]

27. 10 g. of copper and sulphur are separately heated with excess of concentrated sulphuric acid. Compare the volumes of sulphur dioxide produced. (Cu=63) [Ans. 32 : 189]

28. Calculate the weight of ammonia and chlorine required to produce one litre of nitrogen at 27°C and 750 mm. pressure.

[Ans. NH_3=5'45 g. ; Cl=8'55 g.]

29. What weight of oxalic acid crystals heated with excess of conc. H_2SO_4 will yield 5 litres of a mixture of gases at N.T.P.?

[$H_2C_2O_4, 2H_2O + H_2SO_4 = CO + CO_2 + 3H_2O + H_2SO_4$

N T. P.-তে 22·4 লিটার CO + 22·4 লিটার CO_2. [Ans. 14·06 g.]

30. Calculate the volume of oxygen obtainable from the complete decomposition of 100 g. potassium chlorate, and find the weight of potassium nitrate which will give this volume of oxygen on heating.

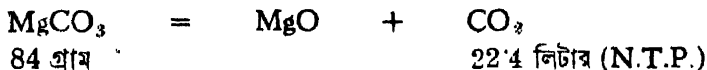
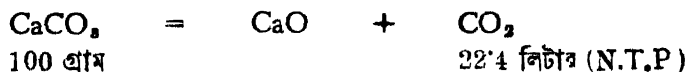
[Ans. 247·43 g.]

31. What weight of oxalic acid crystals must be heated with conc. H_2SO_4 to prepare 500 c.c. of carbon monoxide measured at 30°C and 750 mm. pressure? [Ans. 2·5 g]

32. What volume of carbon monoxide at 20°C and 745 mm. pressure will be liberated by heating 5 g. of formic acid with conc. sulphuric acid? [Ans. 2·665 litres]

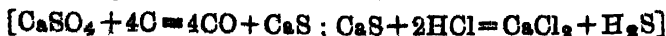
33. 1 g. of a mixture of the carbonates of calcium and magnesium gave 240 c.c. of carbon dioxide at N. T. P. Calculate the percentage composition of the mixture.

[178 পৃষ্ঠার 12 নং উদাহরণ দেখ]

$CaCO_3$	=	CaO	+	CO_2
100 গ্রাম				22·4 লিটার (N.T.P)
$MgCO_3$	=	MgO	+	CO_2
84 গ্রাম				22·4 লিটার (N.T.P.)

মনে কর, মিশ্রণে x গ্রাম $CaCO_3$ আছে। সুতরাং $MgCO_3 = (1 - x)$ গ্রাম। x-গ্রাম $CaCO_3$ এবং $(1 - x)$ গ্রাম $MgCO_3$ হইতে যে কার্বন ডাই-অক্সাইড উৎপন্ন হয় তাহা 240 c.c.।

[Ans. $CaCO_3 = 62·5\%$; $MgCO_3 = 37·5\%$]

34. 1 g. of calcium sulphate is strongly heated with charcoal, and the resulting sulphide is dissolved in acid. What volume of hydrogen sulphide is evolved at N.T P.?

[$CaSO_4 + 4C = 4CO + CaS$; $CaS + 2HCl = CaCl_2 + H_2S$]

[Ans. 164·7 c.c.]

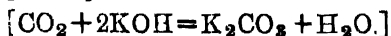
35. How much marble and hydrochloric acid containing 22 per cent HCl are required to give 10 litres of carbon dioxide at 15°C and 760 mm. pressure ?

[Ans. 42·32 g. marble ; 140·5 g. HCl soln.]

36. What volume of chlorine at 750 mm. and 17°C can be obtained by the action of strong hydrochloric acid on 435 g. of manganese dioxide ? What weight of slaked lime is necessary to absorb this volume of chlorine ? What weight of bleaching powder should be produced ? [Ans. 120·5 litres ; 370 g. ; 635 g.]

37. What volume of oxrgen at 12°C and 780 mm. pressure will be required to burn all the hydrogen evolved by the action of dilute hydrochloric acid on 25 g. of zinc. (Zn=65·5)

[Ans. 4·35 litres]

38. 500 c. c, of carbon dioxide, measured at 16°C and 750 mm. pressure, are absorbed in a solution of caustic potash. What weight of potassium carbonate is formed ?

[$CO_2+2KOH=K_2CO_3+H_2O$.] [Ans. 2·88 g.]

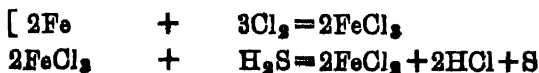
39. What volume of oxygen, at 136·5°C and 760 mm. pressure could be obtained by boiling 100 g. of a solution containing 17% by weight of hydrogen peroxide ? [Ans. 3400 c.c.]

40. 1 g. of native sulphur when burnt in air, produces 0·6 litres of sulphur dioxide at N. T. P. What is the percentage of pure sulphur in the substance ? [Ans. 85·71%]

41. In preparing hydrogen from iron and dilute sulphuric acid 8 g. of rusty iron were used. 2·5 litres of dry hydrog n at N. T. P. were obtained. What was the peicentage of rust in the material used ? [Ans. 22 16%]

42. 1 g. of iron is converted into ferric chloride and the product is dissolved in water. What volume of H_2S at N. T. P. will be theoretically required to reduce completely the ferric chloride to ferrous chloride ?

[$2Fe + 3Cl_2 = 2FeCl_3$

$2FeCl_3 + H_2S = 2FeCl_2 + 2HCl + S$

[Ans. 200 c.c.]

43. Calculate the weight of iodine liberated from excess of potassium iodide by the action of 100 c.c. of chlorine measured at 10°C and 750 mm. pressure.

$2KI + Cl_2 = 2KCl + I_2$ [Ans. 1·077 g.]

44. **3 g.** of a mixture of zinc and zinc oxide when treated with excess of dilute sulphuric acid, gave 600 c.c. of hydrogen measured over water at 17°C and 750 mm. pressure. What was the percentage of zinc in the mixture? Tension of aqueous vapour at 17°C = 14 mm. [Ans. 53·13%]

45. 0·0321 g. of impure aluminium gave, on being treated with dil. HCl, 39·3 c.c. of moist hydrogen at 13°C and 761 mm. pressure. The impurity in the sample is alumina (Al_2O_3). Calculate the percentage of purity of the metal. (Cal. I. Sc. 1946)
[Ans. 92·618%]

46. 10 g. of marble were treated with dilute hydrochloric acid when 1·5 litres of carbon dioxide at 27°C and 750 mm. were produced. Calculate the percentage of calcium carbonate in the marble. [Ans. 60·15%]

47. (a) What weight of copper must be boiled with conc. sulphuric acid to give 50 c.c. of sulphur dioxide at 27°C and 750 mm. presssure? (H. S. 1962)

[50 c.c. সালফার ডাই-অক্সাইডের আয়তন প্রমাণ অবস্থায় V c.c.

$$\therefore \frac{760 \times V}{273} = \frac{750 \times 50}{300} \text{ বা } V = \frac{273 \times 750 \times 50}{760 \times 300} = 44{\cdot}9 \text{ c.c.}$$

$Cu + 2H_2SO_4 = CuSO_4 + 2H_2O + SO_2$

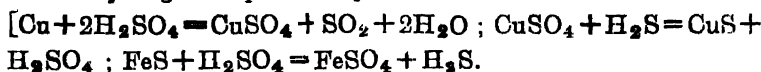
63·5 গ্রাম 22·4 লিটার

22400 c.c. SO_2 প্রস্তুতির জন্য কপার লাগে 63·5 গ্রাম

44·9 c.c. SO_2 প্রস্তুতির জন্য কপার লাগে $\frac{63{\cdot}5 \times 44{\cdot}9}{22400}$ বা 0·1272 গ্রাম]

(b) What volume of hydrogen sulphide at N.T.P. will be required to precipitate the copper in the solution in (a)?

(c) **What is the weight of ferrous sulphide from which this volume of hydrogen sulphide may be obtained ?**

[$Cu+2H_2SO_4=CuSO_4+SO_2+2H_2O$; $CuSO_4+H_2S=CuS+H_2SO_4$; $FeS+H_2SO_4=FeSO_4+H_2S$.

[Ans. Cu = 0·1272 g. ; H_2S = 44·87 c.c. ; FeS = 0·1759 g.]

48. Find the volume of air, measured at 20°C and 780 mm. that would be required for the complete combustion of 1 g. of sulphur. Air cantains 20·8% of oxygen by volume.

[Ans. 3·52 litres]

49. The air in a room was tested for carbon dioxide by drawing 100 litres of it at 15°C and 750 mm. through caustic potash. The increase in weight of the potash was 1·0 g. Calculate the percentage by weight of CO_2 in the air of the room. [Density of air (H=1)=14·4] [H. S. 1966 (Comp.)]

[Ans. N. T. P. তে ঐ বায়ুর আয়তন V লিটার হইলে,

$$\frac{V \times 760}{273} = \frac{100 \times 750}{288} \text{ বা } V = \frac{100 \times 750 \times 273}{760 \times 288} = 93{\cdot}54 \text{ লিটার ।}$$

N. T. P. তে 1 লিটার বায়ুর ওজন = বায়ুর ঘনত্ব (H = 1) × ·09 গ্রাম

= 14·4 × ·09 = 1·296 গ্রাম ।

∴ N. T. P. তে 93·54 লিটার বায়ুর ওজন = 93·54 × 1·296 গ্রাম

= 121·228 গ্রাম।

ঐ পরিমাণ বায়ুর কার্বন ডাই-অক্সাইড কস্টিক পটাস দ্বারা শোষিত হইয়াছে ।

সুতরাং কস্টিক পটাসের ওজন বৃদ্ধি = ঐ বায়ুতে কার্বন ডাই-অক্সাইডের পরিমাণ = 1·0 গ্রাম ।

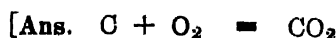
∴ 121·228 গ্রাম বায়ুতে CO_2 = 1·0 গ্রাম ।

∴ 100 গ্রাম বায়ুতে $CO_2 = \frac{1{\cdot}0 \times 100}{121{\cdot}228} = 0{\cdot}824$ গ্রাম ।

∴ CO_2-এর ওজন হিসাবে মাত্রা = 0·824%]

50. Calculate the volume of carbon dioxide measured at 12°C

and 750 mm. pressure (C=12, O=16) which can be obtained by the complete combustion of 1 g. of carbon. [H. S. 1967]

[Ans. $C + O_2 = CO_2$

12 গ্রাম 22·4 লিটার (N. T. P.)

$\therefore$ 1 গ্রাম কার্বন হইতে পাওয়া যায় $\frac{22.4}{12}$ লিটার CO_2 (N.T.P.)

উল্লিখিত অবস্থায় এই আয়তন V হইলে,

$\frac{V \times 750}{285} = \frac{22.4 \times 760}{12 \times 273}$ বা $V = 1.973$ লিটার।]

51. When 0·3 gm. of carbon is completely burnt in air, calculate (a) the weight of CO_2 produced, and (b) the volume of the same amount of CO_2 at 27°C and 750 mm. pressure. [H. S. 1969 (Comp)]

[Ans. $C + O_2 = CO_2$

12 গ্রাম 44 গ্রাম

(a) 12 গ্রাম কার্বন হইতে CO_2 পাওয়া যায় 44 গ্রাম,

$\therefore$ 0·3 গ্রাম " " " " " $\frac{44 \times 0.3}{12}$ বা 1·1 গ্রাম।

(b) 44 গ্রাম CO_2-এর N.T.P. তে আয়তন 22·4 লিটার

$\therefore$ 1·1 গ্রাম " " " " $\frac{22.4 \times 1.1}{44}$ বা 0·56 লিটার

নির্ণেয় আয়তন V লিটার হইলে—

$$\frac{750 \times V}{300} = \frac{760 \times 0.56}{273}$$

বা $V = \frac{300 \times 760 \times 0.56}{750 \times 273} = 0.6234$ লিটার।]

CHAPTER XV

Chlorine and its compounds

[ক্লোরিন ও উহার যৌগ]

Q. 101. (a) What are the sources of common salt (sodium chloride)? How is it obtained from these sources?

(b) How is pure sodium chloride prepared?

(c) State its uses.

[(a) সাধারণ লবণ (সোডিয়াম ক্লোরাইড) এর উৎস কি? উৎস হইতে কিরূপে সাধারণ লবণ সংগ্রহ করা হয়? (b) বিশুদ্ধ সোডিয়াম ক্লোরাইড কিরূপে প্রস্তুত করা হয়? (c) সোডিয়াম ক্লোরাইডের ব্যবহার বিবৃত কর।]

Ans. (a) **উৎস**—সমুদ্রের জল, লবণের খনি ও লবণের হ্রদ—সাধারণ লবণ বা সোডিয়াম ক্লোরাইডের উৎস।

সংগ্রহ : সমুদ্র জল হইতে—গ্রীষ্মপ্রধান দেশে সমুদ্রের নিকটে অগভীর কিন্তু খুব বড় পুকুর কাটিয়া উহাতে সমুদ্র-জল সঞ্চিত করা হয়। সূর্যতাপে ও বায়ুপ্রবাহে জল বাষ্পীভূত হইতে থাকে এবং দ্রবণ গাঢ় হইলে সাধারণ লবণের স্ফটিক পৃথক হইয়া পড়ে। পরে ছাঁকিয়া সাধারণ লবণ পৃথক করিয়া উহা শুষ্ক করা হয়। শীতপ্রধান দেশে সমুদ্র-জলকে শীতল করিয়া আংশিক ভাবে বরফে পরিণত করা হয়। এই বরফ পৃথক করিয়া সমুদ্র জল গাঢ় করা হয়। দ্রবণ সংপৃক্ত হইলে উহা হইতে সাধারণ লবণ কেলাসিত হয়।

খনি হইতে—খনির ভিতর গভীর গর্ত করা হয় এবং সেখানে বাষ্পের সাহায্যে নীচে জল পাঠাইয়া লবণ দ্রবীভূত করিয়া দ্রবণ বাহির করিয়া আনা হয়। বাষ্পীভবন প্রক্রিয়ায় দ্রবণ গাঢ় করিলে সাধারণ লবণের স্ফটিক পৃথক হইয়া যায়।

(b) **বিশুদ্ধ সোডিয়াম ক্লোরাইড প্রস্তুতি**—সাধারণ লবণের জলীয় সংপৃক্ত দ্রবণের মধ্যে হাইড্রোজেন ক্লোরাইড গ্যাস পরিচালিত করিলে বিশুদ্ধ সোডিয়াম ক্লোরাইডের স্ফটিক অধঃক্ষিপ্ত হয়। ফিলটার করিয়া অবশেষ (residue) বিশুদ্ধ গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড দ্বারা ধৌত করিয়া প্লাটিনাম বেসিনে তীব্র উত্তপ্ত করিলে শুষ্ক ও বিশুদ্ধ সোডিয়াম ক্লোরাইড পাওয়া যায়।

(c) **ব্যবহার**—খাদ্য লবণ হিসাবে, সোডিয়াম, কস্টিক সোডা, সোডিয়াম কার্বনেট,

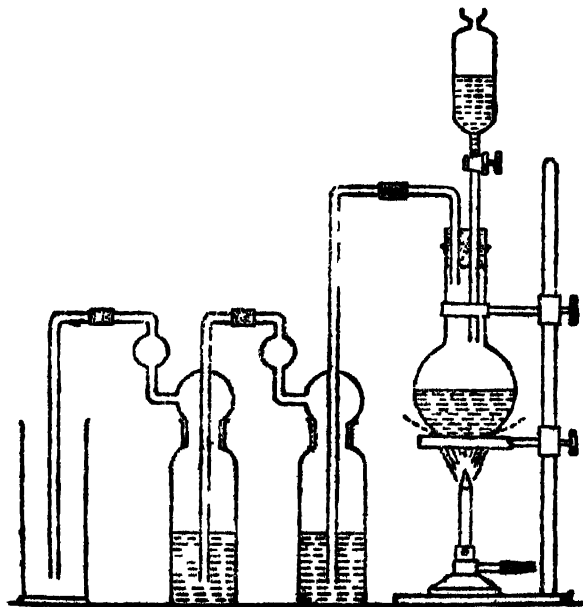
সোডিয়াম সালফেট, হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড, ক্লোরিন ইত্যাদি প্রয়োজনীয় রাসায়নিক দ্রব্য প্রস্তুতিতে ও মাটির পাত্রে উজ্জ্বল প্রলেপ দিতে সোডিয়াম ক্লোরাইড ব্যবহৃত হয়।

Q. 152. (a) How is hydrochloric acid gas (or hydrogen chloride) prepared in the laboratory? [H. S. 1960 (Comp.), 1961]

(b) How would you prepare an aqueous solution of the acid? [H. S. 1966]

(c) State the principal properties of hydrochloric acid and mention its chief uses.

[(a) ল্যাবরেটরীতে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাস কিরূপে প্রস্তুত করা হয়? (b) অ্যাসিডের জলীয় দ্রবণ কিরূপে প্রস্তুত করিবে? (c) ইহার প্রধান ধর্মগুলি বিবৃত কর এবং প্রধান ব্যবহার উল্লেখ কর।]

Ans. (a) **প্রস্তুতি**—সোডিয়াম ক্লোরাইডের সহিত উষ্ণ ও গাঢ় সালফিউরিক

46নং চিত্র—হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাস প্রস্তুতি

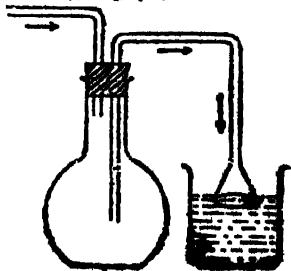
অ্যাসিডের বিক্রিয়া দ্বারা ল্যাবরেটরীতে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাস প্রস্তুত করা হয়।

(i) $NaCl+H_2SO_4=NaHSO_4+HCl$ (150°–200°C)

(ii) $NaCl+NaHSO_4=Na_2SO_4+HCl$(500°C-এর উপর)

প্রথম বিক্রিয়াটি মৃদু তাপে ও দ্বিতীয়টি তীব্র তাপে ঘটে। ল্যাবরেটরীতে প্রথম বিক্রিয়ার সাহায্যেই হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাস প্রস্তুত করা হয়।

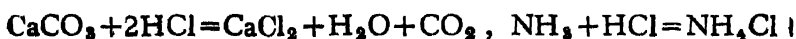
বিন্দুপাতী-ফানেল (dropping funnel) ও নির্গম-নল যুক্ত একটি গোলতল ফ্লাস্কে কিছু সাধারণ লবণ লওয়া হয়। ফ্লাস্কটিকে তার-জালির উপর বসাইয়া বন্ধনীর সাহায্যে স্ট্যাণ্ডের সহিত আটকাইয়া দেওয়া হয়। বিন্দুপাতী-ফানেলের ভিতর দিয়া গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড ঢালিয়া দেওয়া হয় যাহাতে সমস্ত সাধারণ লবণ উহা দ্বারা ঢাকা পড়ে। ফানেলের স্টপ-ককটি তারপর বন্ধ করিয়া দেওয়া হয়। অ্যাসিড ও লবণ মিশ্রিত হইলেই হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাস উৎপন্ন হইতে আরম্ভ করে। ফ্লাস্কটিতে খুব সামান্য তাপ দেওয়া হয়। ইহাতে আরও গ্যাস নির্গত হয়। নির্গত গ্যাস গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডের মধ্য দিয়া প্রবাহিত করিয়া বায়ুর ঊর্ধ্বাপসারণ দ্বারা বা পারদের উপর শুষ্ক গ্যাস সংগ্রহ করা হয়।

জলীয় দ্রবণ প্রস্তুতি—হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের জলীয় দ্রবণ প্রস্তুত করিতে হইলে নির্গম-নলের বাহিরের প্রান্ত একটি খালি ফ্লাস্কের মুখে কর্কের সাহায্যে প্রবেশ করান হয়। এই খালি ফ্লাস্কের মুখে আরেকটি নির্গম-নল লাগাইয়া উহার শেষে একটি ফানেল সংযুক্ত করা হয় এবং ফানেলটি একটি বীকারের জলের সমতলে রাখা হয়। বিক্রিয়া-ফ্লাস্ক হইতে নির্গত গ্যাস খালি ফ্লাস্কের মধ্য দিয়া প্রবাহিত হইয়া ফানেলের মধ্য দিয়া বীকারের জলে দ্রবীভূত হয় এবং অ্যাসিডের জলীয় দ্রবণ উৎপন্ন করে। এই গ্যাস বিক্রিয়া-ফ্লাস্ক হইতে সরাসরি জলে দ্রবীভূত করা হয় না। কারণ, ইহা জলে খুব দ্রাব্য বলিয়া জল নল বাহিয়া উত্তপ্ত ফ্লাস্কে প্রবেশ করিয়া বিস্ফোরণ ঘটাইতে পারে। সেইজন্য এই সাবধানতা অবলম্বন করা হয়।

47নং চিত্র HCl-এর জলীয় দ্রবণ প্রস্তুতি

(b) ধর্ম : ভৌত—হাইড্রোজেন ক্লোরাইড ঝাঁঝাল গন্ধযুক্ত বর্ণহীন গ্যাস ; সিক্ত বায়ুতে ধূমায়িত হয় ; ইহা বায়ু অপেক্ষা ভারী এবং জলে খুব দ্রাব্য।

রাসায়নিক—(i) হাইড্রোজেন ক্লোরাইড দাহ্য নহে বা দহনের সহায়ক নহে।

(ii) জলীয় দ্রবণে ইহা H^+ ও Cl^- আয়ন উৎপন্ন করে। $HCl \rightleftharpoons H^+ + Cl^-$। ইহা এক-ক্ষারীয় তীব্র অ্যাসিড। Fe, Zn, Mg ইত্যাদি ধাতু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডে দ্রবীভূত হইয়া হাইড্রোজেন উৎপন্ন করে এবং ধাতুগুলি উহাদের ক্লোরাইডে পরিণত হয়। $Mg + 2HCl = MgCl_2 + H_2$, $Fe + 2HCl = FeCl_2$ (ফেরাস ক্লোরাইড) $+ H_2$। অ্যাসিডের ধর্মানুযায়ী ধাতব অক্সাইড ও হাইড্রক্সাইডের সহিত লবণ ও জল উৎপন্ন করে। যথা, কিউপ্রিক অক্সাইডের সহিত কিউপ্রিক ক্লোরাইড ও জল এবং সোডিয়াম হাইড্রক্সাইডের সহিত সোডিয়াম ক্লোরাইড ও জল উৎপন্ন করে। $CuO + 2HCl = CuCl_2 + H_2O$, $NaOH + HCl = NaCl + H_2O$। ধাতব কার্বনেটকে বিশ্লিষ্ট করিয়া কার্বন ডাই-অক্সাইড এবং অ্যামোনিয়ার সহিত বিক্রিয়ায় অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড উৎপন্ন করে।

$CaCO_3 + 2HCl = CaCl_2 + H_2O + CO_2$, $NH_3 + HCl = NH_4Cl$।

(iii) ম্যাঙ্গানিজ ডাই-অক্সাইড বা পটাসিয়াম পারম্যাঙ্গানেট দ্বারা ইহা ক্লোরিনে জারিত হয়। $MnO_2 + 4HCl = MnCl_2 + 2H_2O + Cl_2$।

(iv) লেড নাইট্রেট ও সিলভার নাইট্রেট দ্রবণে HCl দ্রবণ মিশাইলে যথাক্রমে সাদা লেড ক্লোরাইড ও সাদা সিলভার ক্লোরাইড অধঃক্ষিপ্ত হয়।

$Pb(NO_3)_2 + 2HCl = PbCl_2 + 2HNO_3$, $AgNO_3 + HCl = AgCl + HNO_3$।

ব্যবহার—বিভিন্ন ধাতব ক্লোরাইড ও ক্লোরিন প্রস্তুতিতে, লোহার উপর টিন বা জিংকের আস্তরণ দেওয়ার সময়, রঞ্জন শিল্পে, ল্যাবরেটরীতে বিকারক হিসাবে, অম্লরাজ তৈয়ারী করিতে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড ব্যবহৃত হয়।

Q. 153. Describe experiments to illustrate (a) that hydrochloric acid gas is very soluble in water and aqueous solution is acidic, (b) its reaction with ammonia gas, (c) reaction with silver nitrate solution. [H. S. 1960 (Comp.), 1961]

[(a) হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাস জলে খুব দ্রাব্য এবং জলীয় দ্রবণ

অ্যাসিডধর্মী, (b) হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের সহিত অ্যামোনিয়ার বিক্রিয়া, এবং (c) ঐ অ্যাসিডের সহিত সিলভার নাইট্রেটের বিক্রিয়া দেখাইয়া পরীক্ষা বর্ণনা কর।]

Ans. (a) একটি শুষ্ক গোল-তল ফ্লাস্ক শুষ্ক হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাস দ্বারা পূর্ণ করা হয়। ফ্লাস্কের মুখে কর্কের সাহায্যে একটি স্টপ-কক্ যুক্ত কাচ-নল লাগান থাকে। একটি পাত্রে নীল লিটমাস দ্রবণ লইয়া কাচ-নলের বাহিরের প্রান্ত উহাতে ডুবাইয়া স্টপ-ককটি খুলিয়া দেওয়া হয়। ফ্লাস্কটি শীতল জল দিয়া ঠাণ্ডা করিলে নীল লিটমাস দ্রবণ কাচ-নলের মধ্য দিয়া ফ্লাস্কে প্রবেশ করে এবং হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের সংস্পর্শে উহার বর্ণ লাল হইয়া যায়। হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড জলে দ্রুত দ্রবীভূত হয় এবং ফ্লাস্কের ভিতরের চাপ কমিয়া যাওয়ায় নীল লিটমাস দ্রবণ বেগে ফোয়ারার আকারে ফ্লাস্কের ভিতরে ছড়াইয়া পড়ে এবং সঙ্গে সঙ্গে লিটমাস দ্রবণের বর্ণ লাল হইয়া যায়। এই পরীক্ষায় প্রমাণিত হয় যে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড জলে অত্যন্ত দ্রবণীয় এবং উহার দ্রবণ অ্যাসিড-ধর্মী।

(b) হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাস পূর্ণ একটি গ্যাস-জারের উপর অ্যামোনিয়া গ্যাস পূর্ণ একটি গ্যাস-জার উপুড় করিয়া ঢাকনি সরান হইল। গ্যাস-জার দুইটি ঘন সাদা ধোঁয়ায় ভরিয়া যায়। অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড উৎপন্ন হয় এবং উহার সূক্ষ্ম ভাসমান সাদা কণাগুলিকে সাদা ধোঁয়ার ন্যায় দেখায়।

$$NH_3+HCl=NH_4Cl.$$

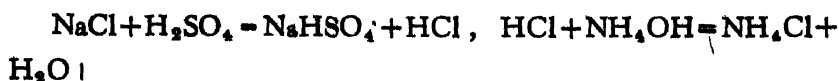
(c) হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাস-পূর্ণ একটি গ্যাস-জারে সিলভার নাইট্রেট দ্রবণ মিশাইয়া ঝাঁকান হইল। সিলভার ক্লোরাইডের সাদা অধঃক্ষেপ আসে এবং নাইট্রিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়। $AgNO_3+HCl=AgCl+HNO_3$.

153. (a) How is chloride radical detected ?

[H. S. '68 (Comp.), '70, '70 (Comp.), '72]

(ক্লোরাইড মূলক কিরূপে সনাক্ত করা হয় ?)

(i) একটি টেস্ট টিউবে ক্লোরাইড লবণ লইয়া উহাতে গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড মিশাইয়া সামান্য গরম করিলে হাইড্রোজেন ক্লোরাইডের ধোঁয়া নির্গত হয়। একটি কাচদণ্ড অ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইড দ্রবণে ডুবাইয়া টেস্ট-টিউবের মুখে ধরিলে অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইডের ঘন সাদা ধোঁয়া উৎপন্ন হয়।

$NaCl + H_2SO_4 = NaHSO_4 + HCl$, $HCl + NH_4OH = NH_4Cl + H_2O$।

(ii) একটি টেস্ট-টিউবে ক্লোরাইড লবণ লইয়া উহাতে গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড ও ম্যাঙ্গানিজ ডাই-অক্সাইড মিশাইয়া উত্তপ্ত করা হইল। ব্লিচিং পাউডারের গন্ধযুক্ত সবুজাভ হলুদ বর্ণের গ্যাস নির্গত হয়। নির্গত গ্যাস স্টার্চ আয়োডাইড কাগজ নীল করে—সুতরাং ইহা ক্লোরিন। $MnO_2 + 2NaCl + 3H_2SO_4 = MnSO_4 + 2NaHSO_4 + Cl_2 + 2H_2O$।

(iii) ক্লোরাইড লবণের জলীয় দ্রবণে সিলভার নাইট্রেট দ্রবণ যোগ করিলে সিলভার ক্লোরাইডের সাদা অধঃক্ষেপ আসে। ইহা নাইট্রিক অ্যাসিডে অদ্রাব্য কিন্তু অ্যামোনিয়াতে দ্রাব্য। $NaCl + AgNO_3 = AgCl + NaNO_3$।

Q 154 Describe briefly how hydrochloric acid is manufactured. [H S. 1962 ; 1964]

[হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের প্রস্তুতির শিল্প-পদ্ধতি সংক্ষেপে বর্ণনা কর।]

Ans. (i) **সাধারণ লবণ হইতে**—বড় বড় কাস্ট আয়রন-পাত্রে সাধারণ লবণ ও গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডের মিশ্রণ উত্তপ্ত করা হয়। বিক্রিয়ায় উৎপন্ন হাইড্রো-ক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাস পাত্রের নির্গম-পথে প্রবাহিত হইয়া জল-ভরা কতকগুলি মাটির জালায় প্রবেশ করে। জলে দ্রবীভূত হইয়া হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের জলীয় দ্রবণ উৎপন্ন হয়। [সমীকরণের জন্য ল্যাবরেটরী প্রণালীর সমীকরণ দেখ।]

(ii) **সংশ্লেষণ পদ্ধতি**—বর্তমানে হাইড্রোজেন ও ক্লোরিন সরাসরি যুক্ত করিয়া হাইড্রোজেন ক্লোরাইড উৎপন্ন করা হয়। বৈদ্যুতিক প্রণালীতে কষ্টিক সোডা প্রস্তুতির সময় হাইড্রোজেন ও ক্লোরিন উপজাতরূপে পাওয়া যায়। এই হাইড্রোজেন ও ক্লোরিন প্রায় সম-আয়তনে (হাইড্রোজেনের আয়তন একটু বেশী লওয়া হয়) সিলিকা-ইষ্টক নির্মিত প্রকোষ্ঠে দহন করিলে হাইড্রোজেন ক্লোরাইড উৎপন্ন হয়। $H_2 + Cl_2 = 2HCl$। উৎপন্ন হাইড্রোজেন ক্লোরাইড শীতল নলের মধ্য দিয়া প্রবাহিত করাইয়া শীতল করা হয় এবং শোষক স্তম্ভে জল-ধারার সংস্পর্শে আসিয়া জলে দ্রবীভূত হয়। এইরূপে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের দ্রবণ প্রস্তুত করা হয়।

Q. 155 How would you determine the volumetric composition of hydrochloric acid gas ?

[হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের আয়তন-মাত্রিক সংযুতি কিরূপে নির্ণয় করিবে ?]

Ans. হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের বিশ্লেষণ অথবা হাইড্রোজেন ও ক্লোরিন হইতে সংশ্লেষণ করিয়া হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের আয়তন-মাত্রিক সংযুতি নির্ণয় করা হইয়াছে।

বৈশ্লেষিক পদ্ধতি—এই পদ্ধতিতে দুইটি পরীক্ষা করিতে হয়। (1) **নীতি**—গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড দ্রবণে তড়িৎ প্রবাহিত করিলে ক্যাথোডে হাইড্রোজেন ও অ্যানোডে ক্লোরিন গ্যাস উৎপন্ন হয় এবং গ্যাস দুইটির আয়তন মাপিয়া দেখা হয়।

পরীক্ষা—তড়িৎ-বিশ্লেষণের জন্য যে যন্ত্রটি ব্যবহৃত হয় তাহাতে তিনটি পরস্পরযুক্ত কাচের নল আছে। পার্শ্বের নল দুইটি সমান ও অংশাঙ্কিত এবং উহাদের প্রত্যেকটির উপরের প্রান্তে একটি করিয়া স্টপ-কক্ আছে। এই নল দুইটির নীচে কর্কের সাহায্যে দুইটি কার্বনের তড়িৎ দ্বার (electrodes) প্রবেশ করান আছে। মধ্য-নলের উপর একটি ফানেল যুক্ত আছে। ফানেলের মধ্য দিয়া গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড ঢালিয়া দেওয়া হয়, যেন অংশাঙ্কিত নল দুইটি সম্পূর্ণ ভর্তি হইয়া অনেক অতিরিক্ত অ্যাসিড মধ্য-নলে থাকে। স্টপ-কক দুইটি বন্ধ করা হয় এবং তড়িৎ-দ্বার দুইটি ব্যাটারীর সহিত যুক্ত করিয়া অ্যাসিডের মধ্যে তড়িৎ-প্রবাহ চালনা করা হয়। অ্যাসিড বিশ্লিষ্ট হইয়া ক্যাথোডে একটি গ্যাস সঞ্চিত হয়। কিন্তু অ্যানোডে নির্গত গ্যাস প্রথমে সঞ্চিত না হইয়া অ্যাসিডে

48 নং চিত্র—হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের তড়িৎ-বিশ্লেষণ

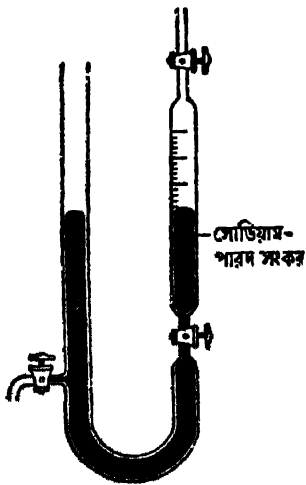
দ্রবীভূত হইতে থাকে। কিছুক্ষণ পরে ঐ গ্যাস দ্বারা অ্যাসিড সংপৃক্ত হইলে উহা

অ্যানোডে সঞ্চিত হইতে থাকে। স্টপ-কক্ খুলিয়া সঞ্চিত গ্যাস বাহির করিয়া দিয়া পার্শ্বের দুইটি নলই আবার এই অ্যাসিড দ্রবণ দ্বারা পূর্ণ করা হয়।

স্টপ-কক্ দুইটি বন্ধ করিয়া অ্যাসিডের মধ্যে আবার তড়িৎ-প্রবাহ চালনা করা হয়। দেখা যায়, ক্যাথোডে সঞ্চিত গ্যাসের আয়তন অ্যানোডে সঞ্চিত গ্যাসের আয়তনের সমান। ক্যাথোডের গ্যাস বায়ুতে নীলাভ শিখার সহিত জ্বলিয়া জল উৎপন্ন করে—সুতরাং ইহা হাইড্রোজেন গ্যাস। অ্যানোডের গ্যাসের বর্ণ সবুজাভ হলুদ; ইহা স্টার্চ-আয়োডাইড-কাগজের বর্ণ নীল করে—সুতরাং ইহা ক্লোরিন গ্যাস।

অতএব, এই পরীক্ষা হইতে প্রমাণিত হয় যে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডে সমান আয়তনের হাইড্রোজেন ও ক্লোরিন আছে।

(ii) **নীতি**—সাধারণ তাপমাত্রায় সোডিয়াম বা সোডিয়াম পারদসংকর হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাসের সহিত ক্রিয়া করিয়া হাইড্রোজেন গ্যাস উৎপন্ন করে, এবং ঐ উৎপন্ন গ্যাসের আয়তন মাপা হয়।

49নং চিত্র—পারদ-সংকর পদ্ধতি

পরীক্ষা—একটি বিশেষ রকমের U-নলের একটি বাহুর উপরের ও নীচের দিকে দুইটি স্টপ-কক্ লাগান আছে। এই স্টপ-কক্ দুইটির মধ্যবর্তী অংশ অংশাঙ্কিত। U-নলের অপর বাহুর নীচের দিকে আরেকটি স্টপ-কক্ আছে। প্রথম বাহুর স্টপ-কক্ দুইটির মধ্যবর্তী অংশাঙ্কিত স্থান বিশুদ্ধ ও শুষ্ক হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাস দ্বারা ভর্তি করা হয়। এই বাহুর বাকি অংশ ও অপর বাহু সোডিয়ামের তরল পারদ-সংকর দ্বারা পূর্ণ করা হয়। এখন প্রথম বাহুর নীচের স্টপ-কক্‌টি খুলিয়া দিলে সোডিয়াম পারদ-সংকর ও গ্যাস পরস্পর সংস্পর্শে আসে। বিক্রিয়ার ফলে গ্যাসের আয়তন কমিয়া যায়। একটি কঠিন পদার্থ উৎপন্ন হয়। বিক্রিয়া শেষে যন্ত্রটি শীতল করিয়া এবং দুই বাহুর পারদ-সংকর একই তলে আনিয়া দেখা যায়, অবশিষ্ট গ্যাসের আয়তন পরীক্ষার

পূর্বের গ্যাসের আয়তনের অর্ধেক। অবশিষ্ট গ্যাস হাইড্রোজেন—কারণ ইহা শব্দ করিয়া বায়ুতে নীলাভ শিখার সহিত জ্বলিয়া জল উৎপন্ন করে। সুতরাং, হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাসে উহার অর্ধ আয়তন পরিমাণ হাইড্রোজেন গ্যাস আছে।

(i) এবং (ii) নং পরীক্ষা দুইটি হইতে প্রমাণিত হয় যে দুই আয়তন হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাসে এক আয়তন হাইড্রোজেন ও এক আয়তন ক্লোরিন থাকে।

(b) **সাংশ্লেষিক পদ্ধতিঃ নীতি**—নির্দিষ্ট আয়তনের হাইড্রোজেন ও ক্লোরিন বিক্ষিপ্ত সূর্যালোকে সংযুক্ত হইয়া হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড উৎপন্ন করে। উৎপন্ন হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাসের আয়তন এবং হাইড্রোজেন ও ক্লোরিনের আয়তন হইতে উহার সংযুতি নির্ণয় করা হয়।

পরীক্ষা—সমান আয়তনের দুইটি কাচ-নল একটি স্টপ-কক্ দ্বারা যুক্ত থাকে এবং কাচ-নল দুইটির অপর প্রান্তে দুইটি স্টপ-কক্ থাকে। একই চাপ ও তাপমাত্রায় একটি কাচ-নল হাইড্রোজেন গ্যাস দ্বারা ও অপরটি ক্লোরিন গ্যাস দ্বারা পূর্ণ করা হয়। অতঃপর মধ্যবর্তী স্টপ-কক্‌টি খুলিয়া যন্ত্রটি কয়েক ঘণ্টা বিক্ষিপ্ত সূর্যালোকে (diffused sunlight) রাখা হয়। হাইড্রোজেন ও ক্লোরিনের মধ্যে রাসায়নিক

50নং চিত্র—সাংশ্লেষিক পদ্ধতি

ক্রিয়া হয়। বিক্রিয়া শেষে যন্ত্রটি শীতল করিয়া উহার এক প্রান্ত পারদের মধ্যে রাখিয়া সেই প্রান্তের স্টপ-কক্‌টি খুলিয়া দেওয়া হয়। দেখা যায়, যন্ত্রের মধ্যে পারদ প্রবেশ করে না, বা কোন গ্যাস বাহির হয় না। সুতরাং, এই রাসায়নিক বিক্রিয়ায় আয়তনের কোন পরিবর্তন হয় নাই। অতঃপর স্টপ-কক্‌টি বন্ধ করিয়া যন্ত্রটি পারদ হইতে তুলিয়া জলের মধ্যে পূর্বের ন্যায় রাখা হয়। স্টপ-কক্ খুলিয়া দিলে সমস্ত গ্যাস জলে দ্রবীভূত হয় এবং যন্ত্রটি জলে সম্পূর্ণ ভর্তি হইয়া যায়। সুতরাং উৎপন্ন গ্যাস জলে খুব দ্রবণীয় এবং ইহাতে হাইড্রোজেন নাই, কারণ হাইড্রোজেন জলে অদ্রবণীয়। জলীয় দ্রবণের এক অংশে সিলভার নাইট্রেট দ্রবণ মিশাইলে সাদা অধঃক্ষেপ আসে—ইহা নাইট্রিক অ্যাসিডে অদ্রবণীয় কিন্তু অ্যামোনিয়াম

হাইড্রক্সাইডে দ্রবণীয়। অতএব উৎপন্ন গ্যাস (যাহা জলে দ্রবীভূত হইয়াছে) হাইড্রোজেন ক্লোরাইড। দ্রবণের আরেক অংশে পটাসিয়াম আয়োডাইড মিশাইলে আয়োডিন নির্গত হয় না। সুতরাং, ইহাতে ক্লোরিন গ্যাস নাই। অতএব, সমান আয়তনের হাইড্রোজেন ও ক্লোরিন সংযুক্ত হইয়া হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাস উৎপন্ন হয় এবং হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাসের আয়তন বিক্রিয়ক হাইড্রোজেন ও ক্লোরিনের মোট আয়তনের সমান।

[**দ্রষ্টব্য**—এইরূপ প্রশ্নের উত্তরের জন্য বৈশ্লেষিক বা সাংশ্লেষিক পদ্ধতির একটি লিখিলে চলিবে।]

Q. 156. (a) How is pure and dry chlorine prepared in the laboratory ? [H S 1960, '62 (Comp.), '63, '65, '66, '67, '68 (Comp.), '70, '71 (Comp.), 1972]

(b) State its important physical and chemical properties [H. S. 1960, '68 (Comp.)]

[(a) ল্যাবরেটরীতে বিশুদ্ধ ও শুষ্ক ক্লোরিন গ্যাস কিরূপে প্রস্তুত করা হয় ? (b) ক্লোরিনের প্রধান ভৌত ও রাসায়নিক ধর্মগুলি বিবৃত কর।]

Ans. (a) **প্রস্তুতি**—ম্যাঙ্গানিজ ডাই-অক্সাইড ও গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের মিশ্রণ উত্তপ্ত করিলে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড ম্যাঙ্গানিজ ডাই-অক্সাইড দ্বারা জারিত হইয়া ক্লোরিন উৎপন্ন হয়।

$$MnO_2 + 4HCl = MnCl_2 + Cl_2 + 2H_2O$$

[অথবা, সোডিয়াম ক্লোরাইড, ম্যাঙ্গানিজ ডাই-অক্সাইড ও গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডের মিশ্রণ উত্তপ্ত করিলে ক্লোরিন গ্যাস নির্গত হয়। গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড ও সোডিয়াম ক্লোরাইডের বিক্রিয়ায় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয় এবং ইহা ম্যাঙ্গানিজ ডাই-অক্সাইডের দ্বারা ক্লোরিনে জারিত হয়।

$$2NaCl + 3H_2SO_4 + MnO_2 = 2NaHSO_4 + MnSO_4 + 2H_2O + Cl_2$$]

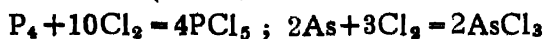
বিন্দুপাতী ফানেল ও নির্গম নলযুক্ত একটি গোলতল ফ্লাস্কে কিছু ম্যাঙ্গানিজ ডাই-অক্সাইডের পাউডার লওয়া হয়। [অথবা, সোডিয়াম ক্লোরাইড ও ম্যাঙ্গানিজ ডাই-অক্সাইডের মিশ্রণ লওয়া হয়।] ফ্লাস্কটিকে তার-জালির উপর বসাইয়া বন্ধনীর সাহায্যে স্ট্যাণ্ডের সহিত আটকাইয়া দেওয়া হয়। বিন্দুপাতী ফানেলের মধ্য দিয়া

গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড ঢালিয়া [অথবা, গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড ঢালিয়া] ফানেলের স্টপ-ককটি বন্ধ করিয়া দেওয়া হয়। ফ্লাস্কটিকে নাড়িয়া উপাদান ভাল করিয়া মিশাইয়া দেওয়া হয়। ফ্লাস্কটিকে ধীরে ধীরে তাপ দিলে সবুজ আভাযুক্ত হলুদ বর্ণের ক্লোরিন গ্যাস নির্গত হয়। নির্গত গ্যাসে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাস ও জলীয় বাষ্প মিশ্রিত থাকে। অতঃপর নির্গত গ্যাস প্রথমে জল ও পরে গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডের মধ্য দিয়া প্রবাহিত করিয়া যথাক্রমে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড ও জলীয় বাষ্প মুক্ত করা হয়। তারপর বায়ুর ঊর্ধ্ব অপসারণ দ্বারা শুষ্ক গ্যাসজারে ক্লোরিন গ্যাস সংগ্রহ করা হয়। (46 নং চিত্র দেখ।)

(b) **ধর্ম: ভৌত**—(i) ক্লোরিন ব্লিচিং-পাউডারের গন্ধযুক্ত, সবুজাভ হলুদ বর্ণের একটি বিষাক্ত গ্যাস। (ii) ইহা বায়ু অপেক্ষা ভারী এবং জলে অল্প দ্রবণীয়।

রাসায়নিক—(i) উজ্জ্বল সূর্যালোকে ক্লোরিন-জল বিযোজিত হইয়া অক্সিজেন ও হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়। $2Cl_2+2H_2O=4HCl+O_2$

(ii) বহু মৌলিক পদার্থের সহিত যুক্ত হইয়া ক্লোরিন উহাদের ক্লোরাইড উৎপন্ন করে। উত্তপ্ত সোডিয়াম ক্লোরিন গ্যাসের মধ্যে জ্বলিয়া উঠে এবং সোডিয়াম ক্লোরাইড গঠন করে। $2Na+Cl_2=2NaCl$। অ্যালুমিনিয়াম ও আয়রন ধাতুকে শুষ্ক ক্লোরিন গ্যাসে উত্তপ্ত করিলে যথাক্রমে অনার্দ্র অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইড ও অনার্দ্র ফেরিক ক্লোরাইড উৎপন্ন হয়। $2Al+3Cl_2=2AlCl_3$; $2Fe+3Cl_2=2FeCl_3$। ক্লোরিন গ্যাসের সংস্পর্শে ফসফরাস ও আর্সেনিক জ্বলিয়া উঠে এবং উহাদের ক্লোরাইড উৎপন্ন হয়।

$$P_4+10Cl_2=4PCl_5\ ;\ 2As+3Cl_2=2AsCl_3$$

(iii) হাইড্রোজেনের প্রতি ক্লোরিনের আসক্তি খুব বেশী। হাইড্রোজেন ও ক্লোরিনের মিশ্রণ সূর্যালোকে রাখিলে হাইড্রোজেন ক্লোরাইড উৎপন্ন হয়। $H_2+Cl_2=2HCl$। ক্লোরিন অন্যান্য যৌগের হাইড্রোজেনের সহিতও সংযুক্ত হইয়া হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডে পরিণত হয়। তার্পিন তৈল ক্লোরিন গ্যাসে জ্বলিয়া উঠে এবং উহার হাইড্রোজেনের সহিত ক্লোরিন যুক্ত হইয়া হাইড্রোজেন ক্লোরাইড উৎপন্ন করে এবং কার্বন পৃথক হইয়া যায়। $C_{10}H_{16}+8Cl_2=10C+16HCl$.

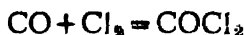
(iv) ক্লোরিন একটি শক্তিশালী জারক দ্রব্য। স্ট্যানাস ক্লোরাইড বা ফেরাস

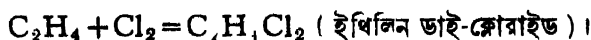
ক্লোরাইডের সহিত সরাসরি যুক্ত হইয়া উহাকে স্ট্যানিক ক্লোরাইড বা ফেরিক ক্লোরাইডে জারিত করে। এখানে অপরাবিদ্যুৎবাহী ক্লোরিনের অনুপাত বৃদ্ধি পায়। $SnCl_2+Cl_2=SnCl_4$; $2FeCl_2+Cl_2=2FeCl_3$ । ক্লোরিন গ্যাসকে হাইড্রোজেন সালফাইড-জলে প্রবাহিত করিলে ক্লোরিন হাইড্রোজেন সালফাইড হইতে হাইড্রোজেন অপসারিত করিয়া উহাকে সালফারে জারিত করে এবং নিজে হাইড্রোজেন ক্লোরাইডে বিজারিত হয়। $H_2S+Cl_2=S+2HCl$ । সালফার ডাই-অক্সাইড-জলে ক্লোরিন প্রবাহিত করিলে ক্লোরিন সালফার ডাই-অক্সাইডকে সালফিউরিক অ্যাসিডে জারিত করে এবং নিজে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডে বিজারিত হয়। $Cl_2+SO_2+2H_2O=H_2SO_4+2HCl$ পটাসিয়াম ব্রোমাইড ও পটাসিয়াম আয়োডাইড দ্রবণে ক্লোরিন প্রবাহিত করিলে ব্রোমাইড ও আয়োডাইড লবণকে জারিত করিয়া ক্লোরিন উহা হইতে যথাক্রমে ব্রোমিন ও আয়োডিন নির্গত করে এবং নিজে ক্লোরাইড লবণে বিজারিত হয়।

$2KBr+Cl_2=2KCl+Br_2$; $2KI+Cl_2=2KCl+I_2$

(v) ক্লোরিন জৈব রঙসমূহকে জলের উপস্থিতিতে জারণ ক্রিয়া দ্বারা বিরঞ্জিত করে। $H_2O+Cl_2=2HCl+O$ । এই জায়মান অক্সিজেন জারণ কার্য ঘটায়।

(vi) ক্লোরিন ও কার্বন মনোক্সাইডের মিশ্রণ সূর্যালোকে রাখিলে কার্বনিল ক্লোরাইড নামক একটি যুত-যৌগ গঠিত হয়।

$$CO+Cl_2=COCl_2$$

ইথিলিনের সহিত বিক্রিয়ায় ইথিলিন ডাই-ক্লোরাইড (যুত-যৌগ) উৎপন্ন হয়।

$C_2H_4+Cl_2=C_2H_4Cl_2$ (ইথিলিন ডাই-ক্লোরাইড)।

(vii) কস্টিক সোডার লঘু দ্রবণ সাধারণ তাপমাত্রায় ক্লোরিনের সহিত বিক্রিয়ায় সোডিয়াম ক্লোরাইড ও হাইপো-ক্লোরাইটে পরিণত হয়। $Cl_2+2NaOH=NaCl+NaOCl+H_2O$ । উত্তপ্ত ও গাঢ় কস্টিক সোডার দ্রবণ ও ক্লোরিনের বিক্রিয়ায় সোডিয়াম ক্লোরাইড ও সোডিয়াম ক্লোরেট উৎপন্ন হয়।

$3Cl_2+6NaOH=5NaCl+NaClO_3+3H_2O$ ।

Q. 157. Describe experiments to show that chlorine

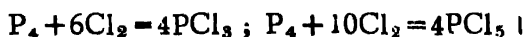
(a) supports combustion of some elements,

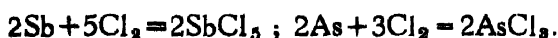
(b) **has great affinity for hydrogen,**
(c) **behaves as an oxidising agent.** —H. S. 1965
(d) **acts as a bleaching agent,**

Give equations for chemical reactions that take place.

[পরীক্ষার সাহায্যে দেখাও যে (a) ক্লোরিন কতকগুলি মৌলের দহনের সহায়ক, (b) হাইড্রোজেনের প্রতি ইহার আসক্তি খুব বেশী, (c) ইহা জারক দ্রব্যরূপে এবং (d) বিরঞ্জকরূপে কার্য করে। রাসায়নিক ক্রিয়াগুলির সমীকরণ লিখ।]

Ans. (a) **দহনের সহায়করূপে ক্লোরিন**—(i) উজ্জ্বলন চামচে এক টুকরা শ্বেত ফসফরাস লইয়া ক্লোরিন পূর্ণ গ্যাস-জারে প্রবেশ করাইলে ফসফরাস স্বতঃস্ফূর্তভাবে জ্বলিয়া উঠে এবং সাদা ধোঁয়া উৎপন্ন হয়। ফসফরাস ক্লোরিনে জ্বলিয়া ফসফরাস ট্রাই-ও পেণ্টা-ক্লোরাইডে পরিণত হয়।

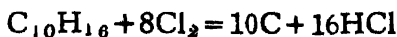
$$P_4+6Cl_2=4PCl_3\ ;\ P_4+10Cl_2=4PCl_5\ ।$$

(ii) অ্যান্টিমনির গুঁড়া কিংবা আর্সেনিকের গুড়া ক্লোরিন-পূর্ণ গ্যাস-জারে ফেলিয়া দিলে স্বতঃস্ফূর্তভাবে জ্বলিয়া উঠে এবং ফুলঝুরির মত অগ্নিস্ফুলিঙ্গ ছড়াইয়া পড়ে। অ্যান্টিমনি ক্লোরাইড বা আর্সেনিক ক্লোরাইড উৎপন্ন হয়।

$$2Sb+5Cl_2=2SbCl_5\ ;\ 2As+3Cl_2=2AsCl_3.$$

(iii) উত্তপ্ত সোডিয়াম ক্লোরিন-পূর্ণ গ্যাস-জারে প্রবেশ করাইলে উজ্জ্বল হলুদবর্ণের শিখা সহ জ্বলিয়া উঠে এবং সোডিয়াম ক্লোরাইড উৎপন্ন হয়। $2Na+Cl_2=2NaCl$ । ক্লোরিন-পূর্ণ গ্যাস-জারে খুব পাতলা কপার-পাত প্রবেশ করাইলে স্বতঃস্ফূর্তভাবে জ্বলিয়া উঠে এবং কিউপ্রিক ক্লোরাইড উৎপন্ন হয়। $Cu+Cl_2=CuCl_2$.

(b) **হাইড্রোজেনের প্রতি ক্লোরিনের আসক্তি**—(i) সমায়তন ক্লোরিন ও হাইড্রোজেনের মিশ্রণ আবদ্ধ কাচ-নলে বিক্ষিপ্ত সূর্যালোকে কিছুক্ষণ রাখিলে ধীরে ধীরে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়। প্রজ্জ্বলিত হাইড্রোজেন শিখা ক্লোরিন-পূর্ণ গ্যাস-জারে প্রবেশ করান হইল। ইহা জারের মধ্যে জ্বলিতে থাকে এবং হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের ধোঁয়া উৎপন্ন হয়। $H_2+Cl_2=2HCl$.

(ii) তারপিন তৈল ($C_{10}H_{16}$)-সিক্ত এক টুকরা ফিল্টার কাগজ ক্লোরিন-পূর্ণ গ্যাস-জারে প্রবেশ করান হইল। কাগজটি জ্বলিয়া উঠে এবং ঝুলমিশ্রিত

ধোঁয়া উৎপন্ন হয়। ক্লোরিন তারপিন তৈলের হাইড্রোজেনের সহিত যুক্ত হইয়া হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড উৎপন্ন করে এবং কার্বন আলাদা হইয়া যায়।

$$C_{10}H_{16}+8Cl_2=10C+16HCl$$

(iii) ক্লোরিন-পূর্ণ গ্যাস-জারে একটি জ্বলন্ত মোমবাতি প্রবেশ করান হইল। মোমবাতিটি অনুজ্জ্বল ধোঁয়াযুক্ত শিখার সহিত জ্বলে। কালো ঝুল (কার্বন) এবং হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়। মোমবাতি কার্বন ও হাইড্রোজেন লইয়া গঠিত। ক্লোরিন মোমবাতির হাইড্রোজেনের সহিত যুক্ত হইয়া হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড উৎপন্ন করে। ফলে কার্বন পৃথক হইয়া যায়।

(c) **জারক দ্রব্যরূপে ক্লোরিন**—(i) ফেরাস ক্লোরাইড দ্রবণে অতিরিক্ত পরিমাণ ক্লোরিন গ্যাস অতিক্রম করাইয়া দ্রবণ সংপৃক্ত করা হইল। ফেরাস ক্লোরাইড ফেরিক ক্লোরাইডে জারিত হয়। বিক্রিয়া শেষে উৎপন্ন পদার্থের এক অংশে পটাসিয়াম ফেরোসায়ানাইড দ্রবণ মিশাইলে গাঢ় নীলবর্ণের অধঃক্ষেপ আসে—ইহা ফেরিক লবণের অস্তিত্ব প্রমাণ করে। এখানে ফেরাস ক্লোরাইডের সহিত অপরাবিদ্যুৎবাহী ক্লোরিন যুক্ত হইয়াছে (বা আয়রনের যোজ্যতা +2 হইতে +3-এ বৃদ্ধি পাইয়াছে) বলিয়া ইহা জারণ কার্য এবং ক্লোরিন এখানে জারক দ্রব্য। $2FeCl_2+Cl_2=2FeCl_3$।

(ii) একটি টেস্ট-টিউবে পটাসিয়াম আয়োডাইড দ্রবণ লইয়া উহাতে ক্লোরিন গ্যাস পরিচালিত করা হইল। উহাতে একটু স্টার্চ-দ্রবণ মিশাইলে দ্রবণের বর্ণ নীল হয় —ইহা আয়োডিনের অস্তিত্ব প্রমাণ করে। পটাসিয়াম আয়োডাইড হইতে পরাবিদ্যুৎ-বাহী পটাসিয়াম অপসারিত করিয়া ক্লোরিন উহাকে আয়োডিনে জারিত করিয়াছে এবং নিজে পটাসিয়াম ক্লোরাইডে বিজারিত হইয়াছে। $2KI+Cl_2=2KCl+I_2$.

(iii) হাইড্রোজেন সালফাইড মিশ্রিত জলের মধ্যে ক্লোরিন গ্যাস পরিচালিত করা হইলে সাদা সালফারের অধঃক্ষেপ আসে এবং হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়। হাইড্রোজেন সালফাইড হইতে পরাবিদ্যুৎবাহী হাইড্রোজেন অপসারিত করিয়া ক্লোরিন উহাকে সালফারে জারিত করিয়াছে এবং নিজে হাইড্রোজেনের সহিত যুক্ত হইয়া হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডে বিজারিত হইয়াছে। $H_2S+Cl_2=2HCl+S$

বিরঞ্জকরূপে ক্লোরিন—একটি জল-সিক্ত রঙিন ফুল ক্লোরিন-পূর্ণ গ্যাস-জারে প্রবেশ করান হইল। রঙিন ফুল বর্ণহীন হইয়া যায়। শুষ্ক ক্লোরিন গ্যাসে শুষ্ক ফুলের

বর্ণের কোন পরিবর্তন হয় না। জলের উপস্থিতিতে ক্লোরিন বিরঞ্জিত করে। ক্লোরিন প্রথমে জল হইতে জায়মান অক্সিজেন উৎপাদন করে এবং এই জায়মান অক্সিজেন রঙিন দ্রব্যকে বিরঞ্জিত করে। সুতরাং ক্লোরিন জারণ ক্রিয়ার সাহায্যে বিরঞ্জিত করে। $Cl_2+H_2O \rightarrow 2HCl+O$.

Q. 158. (a) What are the tests and uses of chlorine ?

[H. S. 1968 (Comp.)]

(b) How would you prepare chlorine without the application of heat or electricity ?

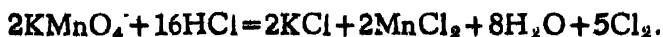
(c) Chlorine is said to be very active Describe experiments where the activity is shown in a marked degree and where there is lack of activity.

[(a) ক্লোরিনের সনাক্তকরণের পরীক্ষা কি ? উহার ব্যবহার কি কি ? (b) বিনা তাপ ও তড়িৎ-প্রয়োগে কিরূপে ক্লোরিন প্রস্তুত করা যায় ? (c) ক্লোরিনকে অত্যন্ত ক্রিয়াশীল বলা হয়। ক্লোরিনের ক্রিয়াশীলতা কোন্ ক্ষেত্রে অধিক পরিমাণে দেখা যায় এবং কোথায় ইহার নিষ্ক্রিয়তা দেখা যায় তাহা পরীক্ষার সাহায্যে দেখাও।]

Ans. (a) **সনাক্তকরণ পরীক্ষা**—(i) ব্লিচিং পাউডারের গন্ধযুক্ত সবুজাভ হলুদ বর্ণের গ্যাস। (ii) স্টার্চ আয়োডাইড কাগজ ক্লোরিন গ্যাসে বা উহার জলীয় দ্রবণে দিলে উহা নীল হইয়া যায়।

ব্যবহার—(i) ব্লিচিং পাউডার, হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড, ব্রোমিন ও ধাতব ক্লোরাইড ইত্যাদির শিল্প-প্রস্তুতিতে, (ii) সূতি ও কাগজ শিল্পে, বিরঞ্জনের জন্য, (iii) পানীয় জল জীবাণুমুক্ত করিবার জন্য, (iv) ফস্‌জিন, মাস্টার্ড গ্যাস ইত্যাদি বিষাক্ত গ্যাস প্রস্তুতির জন্য ক্লোরিন ব্যবহৃত হয়।

(b) (i) বিন্দুপাতী ফানেল (dropping funnel) ও নির্গম-নল যুক্ত কনিক্যাল ফ্লাস্কে পটাসিয়াম পারম্যাঙ্গানেট কেলাস রাখিয়া ফানেলের মধ্য দিয়া উহাতে ধীরে ধীরে গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড মিশাইলে ক্লোরিন গ্যাস উৎপন্ন হয় (16 নং চিত্র দেখ)। পারম্যাঙ্গানেট দ্বারা হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড ক্লোরিনে জারিত হয়। নির্গত ক্লোরিন বায়ুর ঊর্ধ্বাপসারণ দ্বারা সংগ্রহ করা হয়।

$$2KMnO_4+16HCl=2KCl+2MnCl_2+8H_2O+5Cl_2.$$

(ii) ব্লিচিং পাউডারের উপর লঘু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের বিক্রিয়ায় ক্লোরিন উৎপন্ন হয়। $Ca(OCl)Cl+2HCl=CaCl_2+H_2O+Cl_2$।

(c) **ক্লোরিনের ক্রিয়াশীলতা দেখাইবার পরীক্ষা :** 15 নং প্রশ্নোত্তর দেখ।

ক্লোরিনের নিষ্ক্রিয়তা দেখাইবার পরীক্ষা—(i) সম্পূর্ণ বিশুদ্ধ হাইড্রোজেন ও বিশুদ্ধ ক্লোরিন মিশ্রিত করিয়া শুষ্ক কাচ-নলে সূর্যালোকে রাখিয়া দিলে উহারা সংযুক্ত হয় না। (ii) শুষ্ক রঙীন ফুল শুষ্ক ক্লোরিন গ্যাসে রাখিলে ফুলের রঙ বিরঞ্জিত হয় না। জলের অনুপস্থিতিতে ক্লোরিন এখানে ক্রিয়া করিতে পারে না। (ii) ছাপার অক্ষরসহ এক টুকরা কাগজ আর্দ্র ক্লোরিন গ্যাসে প্রবেশ করাইলেও উহা বিবর্ণ হয় না। ছাপার কালিতে কার্বন থাকে। কার্বনের উপর ক্লোরিন ক্রিয়াহীন। ইহা দ্বারা ক্লোরিনের নিষ্ক্রিয়তা দেখান যায়।

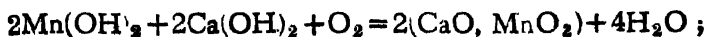
Q. 159. Explain the chemical reactions involved in Weldon and Deacon's processes for the manufacture of chlorine.

[ক্লোরিনের শিল্প-প্রস্তুতির জন্য ওয়েল্ডন ও ডিকনের প্রণালী দুইটির রাসায়নিক ক্রিয়া ব্যাখ্যা কর।]

Ans. **ওয়েল্ডন-প্রণালী**—এই প্রণালীতে গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডকে খনিজ পাইরোলুসাইট (প্রায় $10\%Fe_2O_3$ মিশ্রিত MnO_2)-এর সহিত উত্তপ্ত করিলে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড জারিত হইয়া ক্লোরিনে পরিণত হয়। $MnO_2+4HCl=MnCl_2+2H_2O+Cl_2$। $MnCl_2$-কে (ম্যাঙ্গানাস্ ক্লোরাইডকে) জারক দ্রব্যে পরিণত করিয়া পুনরায় ব্যবহার করা হয়। দ্রবণে $MnCl_2$, $FeCl_3$ ও HCl অবশিষ্ট থাকে। ইহাতে চুনাপাথর মিশাইলে অতিরিক্ত অ্যাসিড প্রশমিত হয় এবং আয়রন ফেরিক হাইড্রক্সাইড-রূপে অধঃক্ষিপ্ত হয়। মিশ্রণের উপরিস্থিত পরিষ্কার $MnCl_2$ দ্রবণ পৃথক করিয়া উহাতে অতিরিক্ত 35—40% চুন-গোলা (milk of lime) মিশান হয় এবং উহার মধ্যে বায়ু ও স্টীম পরিচালিত করিয়া 60°C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করা হয়। $MnCl_2$ বিক্রিয়া শেষে ক্যালসিয়াম ম্যাঙ্গানাইটে (CaO, MnO_2) পরিণত হইয়া নীচে জমিতে থাকে। ইহাকে "ওয়েল্ডন মাড্" (Weldon mud) বলে। ইহা দ্বারা হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডকে পুনরায় ক্লোরিনে জারিত করা হয়।

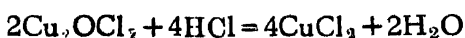
$MnCl_2+Ca(OH)_2=Mn(OH)_2+CaCl_2$;

$2Mn(OH)_2 + 2Ca(OH)_2 + O_2 = 2(CaO, MnO_2) + 4H_2O$;

$CaO, MnO_2 + 6HCl = CaCl_2 + MnCl_2 + 3H_2O + Cl_2$ ।

ডিকনের প্রণালী—এই প্রণালীতে 450°C তাপমাত্রায় কিউপ্রিক ক্লোরাইড অনুঘটকের উপস্থিতিতে বায়ুর অক্সিজেন দ্বারা হাইড্রোজেন ক্লোরাইডকে জারিত করিয়া ক্লোরিন গ্যাস প্রস্তুত করা হয়। নিম্নলিখিত বিক্রিয়ার ফলে ক্লোরিন উৎপন্ন হয়।

$4CuCl_2 = 2Cu_2Cl_2 + 2Cl_2$

$2Cu_2Cl_2 + O_2 = 2Cu_2OCl_2$ (কপার অক্সি-ক্লোরাইড)

$2Cu_2OCl_2 + 4HCl = 4CuCl_2 + 2H_2O$

$4HCl + O_2 = 2Cl_2 + 2H_2O$ । অনুঘটক $CuCl_2$ এখানে অক্সিজেন বহন করে।

Q. 160. Describe the electrolytic method of manufacture of chlorine. [H. S. 1973]

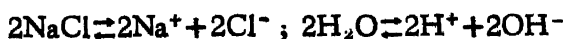
[তড়িৎ-বিশ্লেষণ-পদ্ধতির সাহায্যে ক্লোরিনের শিল্প-প্রস্তুতি বর্ণনা কর।]

Ans. সোডিয়াম ক্লোরাইডের সংপৃক্ত জলীয় দ্রবণের (brine বা লবণোদক) তড়িৎ-বিশ্লেষণ দ্বারা সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড প্রস্তুতির সময় বা গলিত সোডিয়াম ক্লোরাইড হইতে তড়িৎ-বিশ্লেষণ দ্বারা সোডিয়াম প্রস্তুতির সময়ে উপজাত হিসাবে ক্লোরিন পাওয়া যায়।

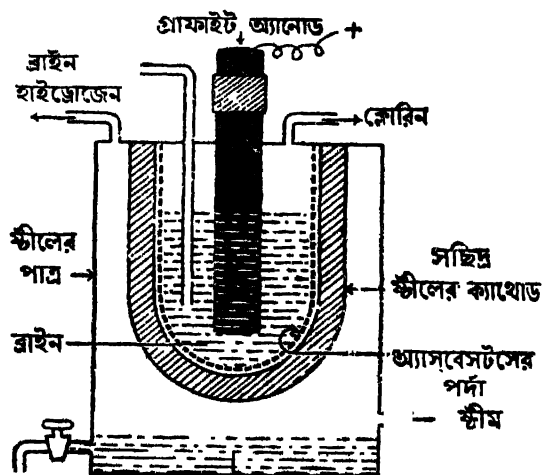
নীতি—সোডিয়াম ক্লোরাইডের জলীয় দ্রবণ আয়নিত হইয়া Na^+ ও Cl^- আয়ন উৎপন্ন হয়। জল হইতে H^+ ও OH^- আয়নগুলি উৎপন্ন হয়।

কার্বন অ্যানোড ও স্টীল ক্যাথোড যোগে দ্রবণে তড়িৎ-প্রবাহ পরিচালিত করিলে Na^+ ও H^+ আকৃষ্ট হইয়া ক্যাথোডের দিকে যায়। কিন্তু শুধু H^+ ক্যাথোড হইতে ইলেকট্রন গ্রহণ করিয়া হাইড্রোজেন গ্যাসরূপে নির্গত হয়। ক্লোরাইড-আয়ন অ্যানোডের সংস্পর্শে ইলেকট্রন ত্যাগ করিয়া ক্লোরিন গ্যাস-রূপে নির্গত হয়।

$2NaCl \rightleftharpoons 2Na^+ + 2Cl^-$; $2H_2O \rightleftharpoons 2H^+ + 2OH^-$

ক্যাথোডে : $2H^+ + 2e = H_2$; অ্যানোডে : $2Cl^- - 2e = Cl_2$

সুতরাং দ্রবণে Na^+ ও OH^- আয়ন অর্থাৎ সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড থাকে।

পদ্ধতি—ব্রাইনের তড়িৎ-বিশ্লেষণের জন্য নেলসনের সেল ব্যবহার করা যাইতে

পারে। সচ্ছিদ্র স্টীলের পাতের তৈয়ারী একটি U-আকৃতির পাত্র ক্যাথোড-রূপে ও উহার মধ্যে বসানো গ্রাফাইট দণ্ড অ্যানোড রূপে ব্যবহৃত হয়। ক্যাথোডের ভিতরের গায়ে অ্যাসবেস্টসের একটি সচ্ছিদ্র পর্দা লাগান আছে। ক্যাথোড ও অ্যাসবেস্টসের পর্দার মধ্য দিয়া লবণ অতিক্রম করিতে পারে। এই U-পাত্রটি একটি স্টীলের ট্যাংকের মধ্যে বসান থাকে। সচ্ছিদ্র পর্দার ভিতরের দিকে অ্যানোড-প্রকোষ্ঠ এবং উহার বাহিরে ক্যাথোড ও অ্যানোডের মধ্যবর্তী অংশ ক্যাথোড-প্রকোষ্ঠ। অ্যানোড-প্রকোষ্ঠে বিশুদ্ধ ব্রাইন লওয়া হয় এবং গ্রাফাইট-অ্যানোড ব্রাইনের মধ্যে ডুবান থাকে।

51 নং চিত্র—নেলসন সেলে ক্লোরিনের শিল্প-প্রস্তুতি

ক্যাথোড ও অ্যানোড ব্যাটারীর সহিত যুক্ত করিয়া দিলে তড়িৎ-প্রবাহ চলিতে থাকে এবং ব্রাইন বিশ্লিষ্ট হয়। তড়িৎ-বিশ্লেষণের ফলে অপরাবিদ্যুৎবাহী ক্লোরিন গ্রাফাইট-অ্যানোডে উৎপন্ন হয় এবং উৎপন্ন ক্লোরিন অ্যানোড-প্রকোষ্ঠের উপরের নির্গম-পথ দিয়া বাহির হয়। নির্গত ক্লোরিন গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডে শুষ্ক করিয়া ও উচ্চ-চাপে তরল করিয়া লৌহ-চোঙে রাখা হয়। পরাবিদ্যুৎবাহী হাইড্রোজেন ক্যাথোডে উৎপন্ন হয়। হাইড্রোজেন ক্যাথোড-প্রকোষ্ঠের উপরের নির্গম-পথ দিয়া বাহির হইয়া যায়। সোডিয়াম ক্লোরাইডের দ্রবণের (14-16%) সহিত মিশ্রিত করিয়া

সছিদ্র পর্দা অতিক্রম করিয়া সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড বা কস্টিক সোডা দ্রবণ (10-12%) ক্যাথোড প্রকোষ্ঠে জমা হয়। পার্শ্বের নলদ্বারা মিশ্র দ্রবণ বাহির করা হয়। শূন্য-চাপে গাঢ় করিয়া সোডিয়াম ক্লোরাইড কেলাসিত করিয়া কস্টিক সোডা দ্রবণ হইতে পৃথক করা হয়। কষ্টিক সোডা দ্রবণ বাষ্পীভূত করিয়া উহাকে কঠিন কষ্টিক সোডায় পরিণত করা হয়।

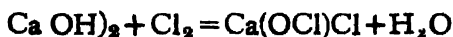
বিক্রিয়াকালে অ্যানোড-প্রকোষ্ঠে ব্রাইন এমনভাবে দেওয়া হইতে থাকে যাহাতে প্রকোষ্ঠের দ্রবণের পরিমাণ সর্বদা একই রকম থাকে। ক্যাথোড-প্রকোষ্ঠে স্টীম পরিচালিত করা হয়। স্টীম সেলটি উত্তপ্ত করে, সোডিয়াম হাইড্রক্সাইডকে দ্রবীভূত রাখে এবং সছিদ্র পর্দার মধ্য দিয়া ব্রাইনের সুষ্ঠু প্রবাহ বজায় রাখে।

Q. 161. (a) State the preparation and uses of bleaching powder.

[H. S. 1971 (Comp.), 1972]

[ব্লিচিং পাউডারের প্রস্তুতি ও ব্যবহার বিবৃত কর।]

Ans. **ব্লিচিং পাউডার প্রস্তুতি**—35—40 C তাপমাত্রায় শুষ্ক কলিচুনের (slaked lime) উপর ক্লোরিনের বিক্রিয়ায় ব্লিচিং পাউডার উৎপন্ন হয়। ব্লিচিং পাউডার ক্যালসিয়াম ক্লোরো হাইপো-ক্লোরাইট এবং উহার সংকেত $Ca(OCl)Cl$।

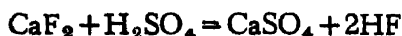
$$Ca(OH)_2+Cl_2=Ca(OCl)Cl+H_2O$$

কতকগুলি বৃহদাকারের সীসার প্রকোষ্ঠের কংক্রীট নির্মিত মেঝেতে শুষ্ক কলিচুন ছড়াইয়া রাখা হয়। মেঝের ভিতরে নলের মধ্য দিয়া শীতল জল প্রবাহিত করিয়া বিক্রিয়ার সময়ে প্রকোষ্ঠের তাপমাত্রা 35°—40°C-এর মধ্যে রাখা হয়। তড়িৎ-বিশ্লেষণে প্রাপ্ত ক্লোরিন গ্যাসকে কার্বন ডাই-অক্সাইড, হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাস ও জলীয়-বাষ্প মুক্ত করিয়া এবং সামান্য বায়ুর সহিত মিশ্রিত করিয়া নলের মধ্য দিয়া প্রকোষ্ঠের মধ্যে পাঠান হয়। কলিচুন মাঝে মাঝে নাড়িয়া দেওয়া হয় যাহাতে ক্লোরিন উহার মধ্যে সমভাবে শোষিত হইতে পারে। ব্লিচিং পাউডার উৎপন্ন হইবার পর (প্রায় 24 ঘণ্টা পরে) প্রকোষ্ঠের মধ্যে সামান্য পরিমাণ কলিচুনের গুঁড়া ধুলার মত ছড়াইয়া দেওয়া হয়। অতঃপর প্রকোষ্ঠের ছিদ্র দিয়া ব্লিচিং পাউডার বাহির করিয়া আনা হয়।

ব্যবহার—বীজাণুনাশকরূপে, জল জীবাণু-মুক্ত করিবার জন্য, ক্লোরোফর্ম প্রস্তুতির জন্য, কাগজ, বস্ত্র ও বিভিন্ন প্রকার সুতিশিল্পে বিরঞ্জকরূপে ব্লিচিং পাউডার ব্যবহৃত হয়।

Q. 161. (b) How is aqueous solution of hydrofluoric acid prepared ? State its uses. Why is not aqueous solution of hydrofluoric acid kept in glass vessels ?

[হাইড্রোফ্লোরিক অ্যাসিডের জলীয় দ্রবণ কিরূপে প্রস্তুত করা হয় ? ইহার ব্যবহার কি ? হাইড্রোফ্লোরিক অ্যাসিডের জলীয় দ্রবণ কাচের পাত্রে রাখা হয় না কেন ?]

Ans. **হাইড্রোফ্লোরিক অ্যাসিডের জলীয় দ্রবণ প্রস্তুতি**—চূর্ণ ফ্লোরস্পার ও গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডের মিশ্রণ একটি সীসা নির্মিত বকযন্ত্রে লইয়া বালু-খোলায় (sand bath) বসাইয়া সাবধানে উত্তপ্ত করা হয়। তাপমাত্রা সর্বদা 300°C-এর নীচে রাখা হয়। (সীসার গলনাংক 327°C)। হাইড্রোফ্লোরিক অ্যাসিডের বাষ্প নির্গত হয় এবং এই বাষ্প সীসা নির্মিত গ্রাহকের মধ্যে জল রাখিয়া তাহাতে দ্রবীভূত করান হয়। হাইড্রোফ্লোরিক অ্যাসিডের জলীয় দ্রবণ উৎপন্ন হয়।

$$CaF_2 + H_2SO_4 = CaSO_4 + 2HF$$

হাইড্রোফ্লোরিক অ্যাসিডের ব্যবহার—কাচের উপর দাগ কাটিবার জন্য ইহা ব্যবহৃত হয়। কৃত্রিম ক্রায়োলাইট প্রস্তুতিতেও ইহা ব্যবহৃত হয়।

কাচ খোদাই (Etching of glass)—একখণ্ড কাচ পরিষ্কার করিয়া উহার উপর মোমের আবরণ দেওয়া হয়। একটি সরু নিবের সাহায্যে মোমের উপর প্রয়োজনীয় লেখা বা নক্শা খোদাই করা হয়। অতঃপর ইহার উপর হাইড্রোফ্লোরিক অ্যাসিড দ্রবণ ঢালিয়া দেওয়া হয়। মোমের উপর অ্যাসিডের কোন ক্রিয়া নাই কিন্তু লেখা বা নক্শার স্থানের উন্মুক্ত কাচ অ্যাসিড দ্বারা আক্রান্ত হইয়া দ্রবীভূত হইয়া যায়। কিছু সময় পরে জল দিয়া অ্যাসিড ধুইয়া ফেলিয়া তার্পিন তৈলের সাহায্যে মোম তুলিয়া ফেলা হয়। কাচ-খণ্ডের উপর ঐ লেখা বা নক্শা পড়ে। হাইড্রোফ্লোরিক অ্যাসিড কাচের সিলিকার সহিত বিক্রিয়া করিয়া সিলিকন টেট্রা-ফ্লোরাইড উৎপন্ন করে। $SiO_2 + 4HF = SiF_4 + 2H_2O$.

কাচের পাত্রে HF অ্যাসিডের জলীয় দ্রবণ রাখা হয় না—হাইড্রোফ্লোরিক অ্যাসিড সিলিকার সহিত ক্রিয়া করিয়া উদ্বায়ী সিলিকন টেট্রাফ্লোরাইড উৎপন্ন করে। $SiO_2 + 4HF = SiF_4 + 2H_2O$। কাচে সিলিকা ও সিলিকেট লবণ থাকে। সুতরাং হাইড্রোফ্লোরিক অ্যাসিডের বিক্রিয়ায় কাচের সিলিকা উদ্বায়ী সিলিকন টেট্রাফ্লোরাইড উৎপন্ন করে এবং কাচ ক্ষয় হইয়া যায়। সেইজন্য হাইড্রোফ্লোরিক অ্যাসিডের জলীয় দ্রবণ কাচের পাত্রে রাখা হয় না।

Q. 161. (c) Describe one method of preparing bromine in the laboratory. Give equations. State four of its properties. Mention its uses.

[H. S. 1961 (Comp.), '67 (Comp.)]

[ল্যাবরেটরীতে ব্রোমিন প্রস্তুতি বর্ণনা কর। সমীকরণ লিখ। ব্রোমিনের চারিটি ধর্ম বিবৃত কর। ইহার ব্যবহার উল্লেখ কর।]

Ans. **ব্রোমিন প্রস্তুতি**—পটাসিয়াম ব্রোমাইড, ম্যাঙ্গানিজ ডাই-অক্সাইড ও গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডের বিক্রিয়ায় ল্যাবরেটরীতে ব্রোমিন প্রস্তুত করা হয়।

$$2KBr + MnO_2 + 3H_2SO_4 = MnSO_4 + 2KHSO_4 + 2H_2O + Br_2$$

পটাসিয়াম ব্রোমাইড, ম্যাঙ্গানিজ ডাই-অক্সাইড ও গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডের মিশ্রণ একটি কাচের বকযন্ত্রে লওয়া হয়। বকযন্ত্রের লম্বা গলাটি একটি গ্রাহকের মধ্যে প্রবেশ করান থাকে। গ্রাহকটি জল দ্বারা শীতল করা হয় (36 নং চিত্র)। উত্তপ্ত করিলে ব্রোমিনের বাষ্প নির্গত হয় এবং শীতল গ্রাহকের মধ্যে গাঢ় লাল তরলরূপে সঞ্চিত হয়।

ধর্ম—162 নং প্রশ্নোত্তরে 'ব্রোমিনের ধর্ম' এই অংশটুকু (পৃঃ 375-77) দেখ।

ব্যবহার—ব্রোমাইড লবণ প্রস্তুতিতে, স্বর্ণ নিষ্কাশনে, ইথিলিন ডাই-ব্রোমাইড, মিথাইল ব্রোমাইড প্রস্তুতিতে এবং জারক দ্রব্যরূপে ব্যবহৃত হয়।

Q. 161 (d) Describe briefly the preparation, properties and uses of iodine.

[আয়োডিনের প্রস্তুতি, ধর্ম ও ব্যবহার সংক্ষেপে বর্ণনা কর।]

Ans. **আয়োডিন প্রস্তুতি**—পটাসিয়াম আয়োডাইড, ম্যাঙ্গানিজ ডাই-অক্সাইড ও গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডের মিশ্রণ একটি বকযন্ত্রে উত্তপ্ত করা হয় (ব্রোমিন

প্রস্তুতির ন্যায়)। বেগুনী আয়োডিনের বাষ্প নির্গত হয় এবং শীতল গ্রাহক-ফ্লাস্কে আসিয়া ধূসর বর্ণের উজ্জল কেলাসরূপে জমা হয়।

$$MnO_2+2KI+3H_2SO_4=MnSO_4+2KHSO_4+I_2+2H_2O$$

ধর্ম—162 নং প্রশ্নোত্তরে "আয়োডিনের ধর্ম" অংশটুকু (পৃঃ 375-77) দেখ।

ব্যবহার—কতকগুলি ঔষধ এবং রং প্রস্তুতিতে, আয়োডোফর্ম (iodoform) নামক জীবাণুনাশক দ্রব্য প্রস্তুতিতে আয়োডিন প্রয়োজন। পটাসিয়াম আয়োডাইড এবং rectified spirit-এ আয়োডিনের দ্রবণ হইতেছে টিন্‌চার অব্‌ আয়োডিন (tincture of iodine)। ইহা জীবাণুনাশকরূপে ব্যবহৃত হয়।

Q. 162. What are halogens ? Compare the important physical and chemical properties of halogens.

[Cf. H. S. 1966 (comp.)]

[হ্যালোজেন কাহাকে বলে ? উহাদের ভৌত ও রাসায়নিক ধর্মের তুলনা কর।]

Or,

Whe are fluorine, chlorine, bromine and iodine regarded as members of the same family ?

[ফ্লোরিন, ক্লোরিন, ব্রোমিন, আয়োডিন মৌলগুলিকে একই গোষ্ঠীভুক্ত বলিয়া মনে করা হয় কেন ?]

Ans. ফ্লোরিন, ক্লোরিন, ব্রোমিন, আয়োডিন—এই চারিটি মৌলকে হ্যালোজেন বলে। এই মৌলগুলির ধর্মের মধ্যে যথেষ্ট সাদৃশ্য আছে। উহাদের ধর্মগুলি একই প্রকার কিন্তু ধর্মের মাত্রা মৌলগুলির পারমাণবিক ওজনের সহিত পরিবর্তিত হয়। ধর্মের এই সাদৃশ্যের জন্য মৌলগুলিকে একই গোষ্ঠিভুক্ত বলিয়া মনে করা হয়। ইহাদের মধ্যে ফ্লোরিন অত্যন্ত সক্রিয় বলিয়া উহার কতকগুলি বিশেষ ধর্ম আছে। নিম্নলিখিত ধর্মগুলি হইতে ইহা প্রতীয়মান হইবে।

ফ্লোরিন	ক্লোরিন	ব্রোমিন	আয়োডিন
(i) ফ্লোরিন তীব্র গন্ধযুক্ত ঈষৎ হলুদ বর্ণের গ্যাস।	(i) ক্লোরিন শ্বাসরোধী সবুজাভ হলুদ বর্ণের গ্যাস।	(i) তীব্র গন্ধযুক্ত লাল তরল পদার্থ।	(i) আয়োডিন ধূসর বর্ণের স্ফটিক। গ্যাসীয় অবস্থায় বেগুনী বর্ণ।
(ii) পারমাণবিক ওজন 19।	(ii) পারমাণবিক ওজন 35·5	(ii) পারমাণবিক ওজন 80।	(ii) পারমাণবিক ওজন 126·9।
(iii) ফ্লোরিন জলকে বিশ্লিষ্ট করিয়া অক্সিজেন ও ওজোন উৎপন্ন করে। $2F_2+2H_2O=4HF+O_2$ $3F_2+3H_2O=6HF+O_3$	(iii) ক্লোরিন জলে মোটামুটি দ্রাব্য। ক্লোরিন জল সূর্যালোকে বিশ্লিষ্ট হইয়া অক্সিজেন উৎপন্ন করে। $2Cl_2+2H_2O=4HCl+O_2$	(iii) ব্রোমিন জলে মোটামুটি দ্রাব্য। ব্রোমিন জল সূর্যালোকে বিশ্লিষ্ট হইয়া অক্সিজেন উৎপন্ন করে। $2Br_2+2H_2O=4HBr+O_2$	(iii) আয়োডিন জলে অত্যন্ত অল্প দ্রাব্য।
(iv) ফ্লোরিন ও হাইড্রোজেন অন্ধকারে বিস্ফোরণ সহ যুক্ত হয় এবং হাইড্রোজেন ফ্লোরাইড উৎপন্ন হয়। $H_2+F_2=2HF$	(iv) ক্লোরিন ও হাইড্রোজেন সূর্যালোকে বিস্ফোরণ সহ যুক্ত হয় এবং হাইড্রোজেন ক্লোরাইড উৎপন্ন হয়। $H_2+Cl_2=2HCl$	(iv) ব্রোমিন ও হাইড্রোজেন উত্তপ্ত করিলে হাইড্রোজেন ব্রোমাইড উৎপন্ন হয়। $H_2+Br_2=2HBr$	(iv) আয়োডিন ও হাইড্রোজেন অনুঘটকের উপস্থিতিতে উত্তপ্ত করিলে হাইড্রোজেন আয়োডাইড উৎপন্ন হয়। $H_2+I_2=2HI$
(v) প্রায় সকল ধাতুই ফ্লোরিন দ্বারা আক্রান্ত হইয়া জ্বলিয়া উঠে এবং ধাতব ফ্লোরাইড গঠিত হয়। $2Na+F_2=2NaF$	(v) অধিকাংশ ধাতু ক্লোরিন দ্বারা আক্রান্ত হইয়া জ্বলিয়া উঠে এবং ধাতব ক্লোবাইড গঠিত হয়। $2Na+Cl_2=2NaCl$	(v) অনেক ধাতু ব্রোমিন দ্বারা আক্রান্ত হয় এবং ধাতব ব্রোমাইড গঠিত হয়। $2Na+Br_2=2NaBr$	(v) অনেক ধাতু আয়োডিন দ্বারা আক্রান্ত হইয়া ধাতব আয়োডাইড গঠন করে। $2Na+I_2=2NaI$
(vi) অনেক অধাতু ফ্লোরিনে জ্বলিয়া ফ্লোরাইড উৎপন্ন করে। $C+2F_2=CF_4$	(vi) অনেক অধাতুর সহিত সরাসরি যুক্ত হইয়া ক্লোরাইড উৎপন্ন করে। $2P+3Cl_2=2PCl_3$ $2P+5Cl_2=2PCl_5$	(vi) অনেক অধাতুর সহিত যুক্ত হইয়া ব্রোমাইড উৎপন্ন করে। $2P+3Br_2=2PBr_3$	(vi) অধাতুর মধ্যে হাইড্রোজেন ও ফসফরাস-এর সহিত সরাসরি যুক্ত হয়। $2P+3I_2=2PI_3$

ফ্লোরিন	ক্লোরিন	ব্রোমিন	আয়োডিন
(vi) রাসায়নিক সক্রিয়তা সর্বাপেক্ষা বেশী। ইহা ক্লোরাইড, ব্রোমাইড ও আয়োডাইড হইতে যথাক্রমে ক্লোরিন, ব্রোমিন ও আয়োডিন নির্গত করে। $2KCl+F_2 = 2KF+Cl_2$	(vi) ফ্লোরিন অপেক্ষা কম সক্রিয়। ব্রোমাইড ও আয়োডাইড হইতে যথাক্রমে ব্রোমিন ও আয়োডিন নির্গত করে। $2KBr+Cl_2 = 2KCl+Br_2$ $2KI+Cl_2=2KCl +I_2$	(vi) সক্রিয়তা ফ্লোরিন ও ক্লোরিনের অপেক্ষা কম। ইহা আয়োডাইড হইতে আয়োডিন নির্গত করে। $2KI+Br_2 = 2KBr+I_2$	(vi) সক্রিয়তা সর্বাপেক্ষা কম।
(viii) অতি তীব্র জারক দ্রব্য। ক্লোরাইড লবণকে ক্লোরিনে এবং পটাসিয়াম ক্লোরেটকে পটাসিয়াম পারক্লোরেটে জারিত করে।	(viii) তীব্র জারক দ্রব্য। ইহা হাইড্রোজেন সালফাইডকে সালফারে জারিত করে। $H_2S+Cl_2=2HCl +S$ পটাসিয়াম ব্রোমাইডকে ব্রোমিনে এবং আয়োডাইডকে আয়োডিনে জারতি করে।	(viii) অপেক্ষাকৃত মৃদু জারক দ্রব্য। হাইড্রোজেন সালফাইডকে সালফারে জারিত করে। $H_2S+Br_2 =2HBr+S$ ইহা পটাসিয়াম আয়োডাইডকে আয়োডিনে জারিত করে।	(viii) মৃদু জারক দ্রব্য। ইহা হাইড্রোজেন সালফাইডকে সালফারে জারিত করিতে পারে। $H_2S+I_2=2HI +S$
(ix) ইহা দ্বারা বিরঞ্জন সম্ভব নহে। কারণ জৈব পদার্থকে ইহা নষ্ট করে।	(ix) জৈব পদার্থকে খুব দ্রুত বিরঞ্জিত করে।	(ix) অপেক্ষাকৃত ধীরে ধীরে বিরঞ্জিত করে।	(ix) বিরঞ্জন ক্ষমতা নাই।
(ix) ফ্লোরিন শীতল ও লঘু ক্ষার দ্রবণের সহিত ফ্লোরিন	(ix) ক্লোরিন শীতল ও লঘু ক্ষার দ্রবণের সহিত ক্লোরাইড ও	(ix) ব্রোমিন শীতল ও লঘু ক্ষার দ্রবণের সহিত ব্রোমাইড ও	(x) আয়োডিন শীতল ও লঘু ক্ষার দ্রবণের সহিত আয়ো-

ফ্লোরিন	ক্লোরিন	ব্রোমিন	আয়োডিন
মনোক্সাইড ও ফ্লোরাইড উৎপন্ন করে। $2F_2+2NaOH$ $=2NaF+F_2O$ $+H_2O$	হাইপোক্লোরাইট উৎপন্ন করে। $Cl_2+2NaOH$ $=NaCl+NaOCl$ $+H_2O$	হাইপোব্রোমাইট উৎপন্ন করে। $Br_2+2NaOH$ $=NaBr+NaOBr$ $+H_2O$	ডাইড ও হাইপো-আয়োডাইড উৎপন্ন করে। $I_2+2NaOH$ $=NaI+NaOI$ $+H_2O$
গাঢ় ক্ষার দ্রবণের সহিত অক্সিজেন উৎপন্ন করে। $2F_2+4NaOH$ $=4NaF+2H_2O$ $+O_2$	উত্তপ্ত ও গাঢ় ক্ষার দ্রবণের সহিত ক্লোরাইড ও ক্লোরেট উৎপন্ন হয়। $3Cl_2+6NaOH$ $=5NaCl+NaClO_3$ $+3H_2O$	উত্তপ্ত ও গাঢ় ক্ষার দ্রবণের সহিত ব্রোমাইট ও ব্রোমেট উৎপন্ন হয়। $3Br_2+6NaOH$ $=5NaBr$ $+NaBrO_3$ $+3H_2O$	উত্তপ্ত ও গাঢ় ক্ষার দ্রবণের সহিত আয়োডাইড ও আয়োডেট লবণ উৎপন্ন হয়। $3I_2+6NaOH$ $=5NaI+NaIO_3$ $+3H_2O$
(x) ——	(x) অসংপৃক্ত যৌগ। ইথিলিনের সহিত ইথিলিন ডাইক্লোরাইড (যুতযৌগ) গঠন করে। $C_2H_4+Cl_2$ $=C_2H_4Cl_2$	(x) ইথিলিনের সহিত যুত যৌগ ইথিলিন ডাইব্রোমাইড গঠন করে। $C_2H_4+Br_2$ $=C_2H_4Br_2$	(x) ইথিলিনের সহিত যুক্ত যৌগ ইথিলিন ডাই-আয়োডাইড গঠন করে। C_2H_4+I $=C_2H_4I_2$

Q. 163. State how and under what conditions does chlorine react with the following :—

[নিম্নলিখিত পদার্থগুলির সহিত ক্লোরিন কিরূপে এবং কি অবস্থায় বিক্রিয়া করে বর্ণনা কর।]

(i) Water and the resulting product is exposed to sunlight [1966 (Comp.)] (ii) Ferrous chloride (iii) Caustic soda solution [1964 (Comp.) '65 (Comp.), '66, '67, '67 (Comp.), '70 (Comp.), '72] (iv) Cold lime water, (v) Hot milk of lime (vi) Slaked lime [1964 (Comp.), '65 (Comp.), '66, '67, '70 (Comp.), '72] (vii) Potassium iodide [1963, '65 (Comp.), '67, '71 (Comp.)] (viii) Potassium

bromide [1964 (Comp.) '66 (Comp.)] (ix) Ammonia [1963, '66 (Comp.)] (x) Hydrogen sulphide [1970 (Comp.), '71 (Comp.)] (xi) Sulphur dioxide. [1972] (xii) Sodium [1965 (Comp.), '67] (xiii) Carbon monoxide [1964 (Comp), '66 (Comp)] (xiv) Al [1964 (Comp.)], Iron

Ans. (i) ক্লোরিন জলে দ্রবীভূত হইয়া হাল্‌কা হলুদ বর্ণের ক্লোরিন জল উৎপন্ন করে। ইহাতে হাইড্রোক্লোরিক ও হাইপোক্লোরাস অ্যাসিড থাকে। উজ্জ্বল সূর্যালোকে ক্লোরিন-জল বিযোজিত হইয়া অক্সিজেন ও হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়। $2Cl_2+2H_2O=4HCl+O_2$. (ii ও (iii)-এর জন্য 156 (b নং প্রশ্নোত্তরে ক্লোরিনের রাসায়নিক ধর্ম (iv) এবং (vii) দেখ। পৃঃ 364 (iv) চুন-জলের বা ক্যালসিয়াম হাইড্রক্সাইডের লঘু ও শীতল দ্রবণের সহিত ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড এবং হাইপোক্লোরাইট উৎপন্ন করে। $2Ca(OH)_2+2Cl_2=CaCl_2+Ca(OCl)_2+2H_2O$। (v) উত্তপ্ত ও গাঢ় ক্যালসিয়াম হাইড্রক্সাইড দ্রবণের (বা চুন গোলার)। সহিত ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড ও ক্যালসিয়াম ক্লোরেট উৎপন্ন করে। $6Ca(OH)_2+6Cl_2=Ca(ClO_3)_2+5CaCl_2+6H_2O$, (vi) 40°C তাপমাত্রায় শুষ্ক কলিচুনে ক্লোরিন প্রবাহিত করিলে ব্লিচিং পাউডার উৎপন্ন হয়। $Ca(OH)_2+Cl_2=Ca(OCl)Cl+H_2O$, (vii) ও (viii)-এর জন্য 156 (b) নং প্রশ্নোত্তরে ক্লোরিনের রাসায়নিক ধর্মের (iv) অংশ দেখ। (ix) Q. 92 (b) প্রশ্নোত্তরে অ্যামোনিয়ার রাসায়নিক ধর্ম (iv) (পৃঃ 224) দেখ। (x) ক্লোরিনের রাসায়নিক ধর্ম (iv), পৃঃ 364 দেখ। (xi) ক্লোরিন সালফার ডাই-অক্সাইডকে জলীয় দ্রবণে সালফিউরিক অ্যাসিডে জারিত করে এবং নিজে বিজারিত হইয়া হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডে পরিণত হয়।

$$Cl_2+SO_2+2H_2O=H_2SO_4+2HCl$$।

(xii) ক্লোরিনের রাসায়নিক ধর্ম (ii)-এ দেখ, পৃঃ 363.

(xiii) ক্লোরিনের রাসায়নিক ধর্ম (vi)-এ দেখ, পৃঃ 364.

(xiv) ক্লোরিনের রাসায়নিক ধর্ম (ii)-এ দেখ, পৃঃ 363.

Q. 164. Describe with equations the action of hydrochloric acid on the following substances.

[নিম্নলিখিত পদার্থগুলির সহিত হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের বিক্রিয়া সমীকরণ সহ বর্ণনা কর।]

(a) Iron [1962, '68 Comp.)], Zinc, Magnessium, b) Zinc oxide, Ferric oxide (1962), Ferrous oxide (1964), Cupric oxide, (c) Sodium carbonate, Calcium carbonate, (d) Silver nitrate (1962, '64), Lead nitrate, (e) Manganese dioxide [1962, '64, '67 (Comp.)], (f) Potassium permanganate, (g) Saturated solution of common salt (1964).

Ans. (a) 152 (c) নং প্রশ্নোত্তরে HCl-এর রাসায়নিক ধর্ম (ii) দেখ। (b) জিংক ক্লোরাইড ও জল উৎপন্ন হয়। $ZnO+2HCl=ZnCl_2+H_2O$। HCl-এর সহিত উত্তপ্ত করিলে ফেরিক ক্লোরাইড ও জল উৎপন্ন হয়। $Fe_2O_3+6HCl=2FeCl_3+3H_2O$। ফেরাস অক্সাইডের সহিত ফেরাস ক্লোরাইড ও জল উৎপন্ন হয়। $FeO+2HCl=FeCl_2+2H_2O$। CuO-এর জন্য 152 (c) নং প্রশ্নোত্তরে HCl-এর রাসায়নিক ধর্ম দেখ পৃ: 356। (c) বুদ্‌বুদ্‌ আকারে কার্বন ডাই-অক্সাইড নির্গত হয় এবং সোডিয়াম ক্লোরাইড (বা ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড) উৎপন্ন হয়। $Na_2CO_3+2HCl=2NaCl+CO_2+H_2O$; $CaCO_3+2HCl=CaCl_2+H_2O+CO_2$ (d) 152 (c) নং প্রশ্নোত্তরে HCl-এর রাসায়নিক ধর্ম (iv) দেখ। (e) 156 (a) নং প্রশ্নোত্তরে ক্লোরিন প্রস্তুতির নীতি দেখ। (f) 158 (b) নং প্রশ্নোত্তর দেখ, পৃ: 367। (g) সংপৃক্ত সাধারণ লবণের দ্রবণে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাস প্রবাহিত করিলে সোডিয়াম ক্লোরাইডের কেলাস পৃথক হয়।

Additional Questions with hints on Answers

CHAPTER XVI

1. [illegible] experiment would you perform to show the full volumetric signific[illegible] the equation $H_2+Cl_2=2HCl$?

2. [illegible]d you show that hydrogen chloride contains equal volume of hydroge[illegible] chlorine ?

3. (a) What happens when conc. hydrochloric acid is electrolysed ?

[H. S. 1962]

[Hints. Q, 1, 2, 3-এর জন্য 156 নং প্রশ্নোত্তরের সাংকেতিক পদ্ধতি দেখ।]

(b) What happens when sodium fluoride is heated with conc. H_2SO_4 in a lead vessel ? **[H. S. 1961 (Comp.)]**

[**Ans.** হাইড্রোফ্লোরিক অ্যাসিড নির্গত হয় এবং সোডিয়াম সালফেট উৎপন্ন হয়। $2NaF + H_2SO_4 = 2HF + Na_2SO_4$ । এই গ্যাস সোডিয়াম ফ্লোরাইড দ্বারা শোষিত হইয়া কিছুটা সোডিয়াম হাইড্রোজেন ফ্লোরাইড উৎপন্ন হয়। $2HF + 2NaF = 2NaHF_2$]

4. Some iodine got mixed up with potassium iodide. How would you separate iodine ?

[**Hints.** ঊর্ধ্বপাতন প্রণালীতে আয়োডিন পৃথক করা হয়। ঐ মিশ্রণে জল মিশাইলে পটাসিয়াম আয়োডাইড দ্রবণে আয়োডিন দ্রবীভূত হয়।]

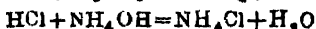
5. To an aqueous solution of a sodium salt, silver nitrate solution is added when a curdy white precipitate is obtained which is insoluble in nitric acid, but which readily dissolves in ammonia. Name the acid radical of the salt. **[H. S. 1971 (Comp.)]**

[**Ans.** অ্যাসিড-মূলকটি ক্লোরাইড মূলক Cl^- ; 163 (a) প্রশ্নোত্তরের (ii) অংশ দেখ।]

6. পরীক্ষানলে একটি লবণ (ক) লইয়া তাহাতে গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড মিশ্রিত করিয়া উত্তপ্ত করিলে হাল্কা সাদা ধোঁয়া (খ) নির্গত হইল। একটি কাঁচের কাঁঠি অ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইডে ভিজাইয়া পরীক্ষানলের মুখে ধরিলে গাঢ় সাদা ধোঁয়া (গ) নির্গত হয়। (খ) এবং (গ) পদার্থগুলির নাম কি? সমীকরণসহ বিক্রিয়াগুলি লিখ। (ক) লবণের অম্লমূলকটি কি ? এই অম্লমূলকযুক্ত একটি যৌগিক পদার্থের নাম ও সঙ্কেত লিখ। [H. S. 1969]

[**Ans.** (খ) হাল্কা সাদা ধোঁয়া—হাইড্রোজেন ক্লোরাইড গ্যাসের।
(গ) গাঢ় সাদা ধোঁয়া—অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইডের।
(ক) লবণের অম্লমূলক— ক্লোরাইড, Cl^-

ক্লোরাইড লবণ ও গাঢ় H_2SO_4-এর বিক্রিয়ার হাইড্রোজেন ক্লোরাইড উৎপন্ন হয়। ইহা অ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইডের সহিত অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড উৎপন্ন করে। (ক) যৌগটি একযোজী ক্ষারকীয় মূলকের (M) ক্লোরাইড হইলে,

$$MCl + H_2SO_4 = MHSO_4 + HCl$$
$$HCl + NH_4OH = NH_4Cl + H_2O$$

এই অম্ল মূলকযুক্ত একটি যৌগিক পদার্থের নাম সোডিয়াম ক্লোরাইড, সঙ্কেত **NaCl**]

7. Iodine resembles graphite in appearance. How would you distinguish between them ?

[**Hints.** আয়োডিন কেলাস উত্তপ্ত করিলে গাঢ় বেগুনী বর্ণের বাষ্পে পরিণত হয়। এই বাষ্প শীতল করিলে উহা আবার আয়োডিনের কেলাসে পরিণত হয়। গ্রাফাইটকে অক্সিজেনে তীব্র উত্তপ্ত করিলে কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্যাস নির্গত হয়। কারণ ইহা চুন-জল ঘোলা করে।

$$C + O_2 = CO_2 \; ; \; CO_2 + Ca(OH)_2 = CaCO_3 + H_2O_2 \;]$$

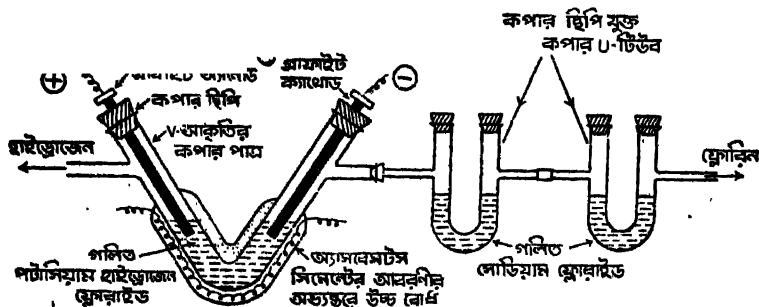
8. How is fluorine prepared in the laboratory ? Give a neat sketch of the apparatus. State three important properties of the element and compare them with those of chlorine. **[H. S. 1965**

[**Ans.** গলিত অবস্থায় বিশুদ্ধ পটাসিয়াম হাইড্রোজেন ফ্লোরাইডকে তড়িৎ বিশ্লেষিত করিয়া ল্যাবরেটরিতে ফ্লোরিন প্রস্তুত করা হয়।

ফ্লোরিন প্রস্তুতিতে যে সকল অসুবিধার সম্মুখীন হইতে হয় তাহা হইল : (১) ফ্লোরিন জলের সহিত বিক্রিয়া করিয়া অক্সিজেন উৎপন্ন করে বলিয়া ফ্লোরাইডের বা হাইড্রোফ্লোরিক অ্যাসিডের জলীয় দ্রবণ তড়িৎ বিশ্লেষণ করা চলে না (২) নির্জল হাইড্রোফ্লোরিক অ্যাসিড (**HF**) বা গলিত ফ্লোরাইড তড়িৎ-অপরিবাহী অর্থাৎ অবিশ্লেষ্য (৩) ফ্লোরিন অত্যন্ত সক্রিয় বলিয়া অধিকাংশ ধাতুর সহিত বিক্রিয়া করে এবং কাচ পাত্রের সহিত বিক্রিয়া করিয়া ক্ষতিগ্রস্ত করে। এই কারণে উপযুক্ত পাত্র নির্ধারণ কঠিন হইয়া পড়ে। ময়সার পদ্ধতিতে (**Moissan method**) ব্যবহৃত প্লাটিনাম-ইরিডিয়াম পাত্র অত্যন্ত মূল্যবান বলিয়া ব্যয়সাপেক্ষ।

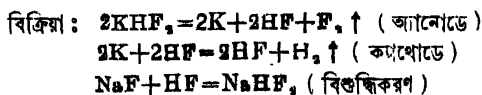
আধুনিক ডেনিস পদ্ধতিতে (**Dennis process**) এই অসুবিধাগুলি নিম্নরূপে দূর করা সম্ভব হইয়াছে।

ডেনিস পদ্ধতি :—

V-আকৃতির কপার পাত্রের দুই বাহুতে কপার ছিপিযুক্ত গ্রাফাইট ক্যাথোড ও অ্যানোড পাত্রে রক্ষিত গলিত পটাসিয়াম হাইড্রোজেন ফ্লোরাইডের (**KHF_2**) মধ্যে ডুবান থাকে। কপার ফ্লোরিনের সহিত প্রথমে বিক্রিয়া করিয়া কপার ফ্লোরাইডের একটি কঠিন আবরণী সৃষ্টি করে এবং পরে আর বিক্রিয়া হইতে পারে না। গলিত **KHF_2** তড়িৎ-বিশ্লেষ্য পদার্থ। পাত্রটিকে উত্তপ্ত করিবার জন্য উহার চারিদিকে অ্যাসবেসটস্ সিমেন্টের আবরণীর মধ্যে উচ্চ রোধ থাকে এবং তড়িতের সাহায্যে উত্তপ্ত করিয়া **KHF_2**

গলিত অবস্থায় রাখা হয়। ক্যাথোডে হাইড্রোজেন গ্যাস ও অ্যানোডে ফ্লোরিন গ্যাস নির্গত করিবার জন্য দুই বাহুতে দুইটি নির্গম দ্বার আছে। উৎপন্ন ফ্লোরিন গ্যাস অতঃপর U-tube-এ রক্ষিত গলিত সোডিয়াম ফ্লোরাইডের মধ্য দিয়া প্রবাহিত করিয়া অ্যাসিড বাষ্পমুক্ত করিয়া শুষ্ক কপার পাত্রে সঞ্চিত করা হয়।

বিক্রিয়া : $2KHF_2 = 2K + 2HF + F_2 \uparrow$ (অ্যানোডে)

$2K + 2HF = 2KF + H_2 \uparrow$ (ক্যাথোডে)

$NaF + HF = NaHF_2$ (বিশুদ্ধিকরণ)

শেষাংশ—162 নং প্রশ্নোত্তর দেখ।]

CHAPTER XVI

Sulphur and its compounds

[সালফার ও উহার যৌগ]

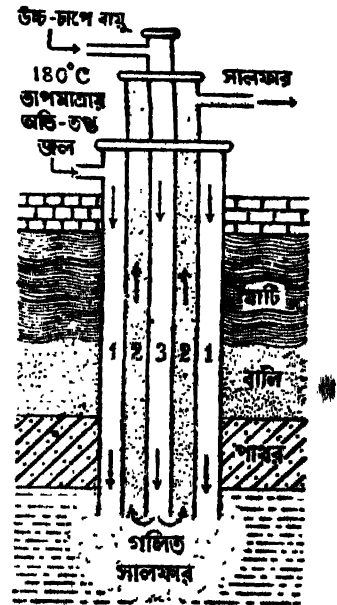
Q. 165. (a) How does sulphur occur in nature? How is sulphur extracted?

(b) State its important properties and uses.

[(a) প্রকৃতিতে গন্ধক কি ভাবে পাওয়া যায়? গন্ধক কিরূপে নিষ্কাশিত করা হয়? (b) ইহার প্রধান ধর্ম ও ব্যবহার উল্লেখ কর।]

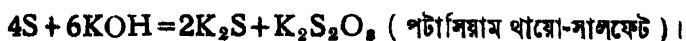
Ans. (a) **অবস্থান**—সালফার মুক্ত অবস্থায় জাপান, ইতালী ও যুক্তরাষ্ট্রে পাওয়া যায়। সালফাইডরূপে আয়রন ও কপার পাইরাইটিসে (FeS_2, $CuFeS_2$), জিংক ব্লেণ্ডে (Zinc blende, ZnS), সালফেটরূপে জিপসামে (gypsum, $CaSO_4, 2H_2O$) ইত্যাদিতে সালফার পাওয়া যায়।

52নং চিত্র—ফ্র্যাস্ প্রণালীতে সালফার নিষ্কাশন

নিষ্কাশন—ফ্র্যাস্ পদ্ধতি (Frasch Process)—অ্যামেরিকায় (লুইসিনিয়াতে) মাটির ভিতর ভূ-পৃষ্ঠ হইতে প্রায় আটশত ফিট নীচে সালফার মুক্ত অবস্থায় আছে। ফ্র্যাস্ প্রণালীতে এই সালফার মাটির নীচ হইতে উপরে তোলা হয়। মাটির উপর হইতে বিভিন্ন ব্যাসের তিনটি এককেন্দ্রীয় (concentric) নল মাটির নীচে সালফার-স্তর পর্যন্ত প্রবেশ করান হয়। পাম্পের সাহায্যে বাহিরের নল (1) দিয়া 10 – 18 বায়ুমণ্ডলীয় চাপে 180° সেন্টিগ্রেডে অতি-উত্তপ্ত (super-heated) জল সালফার স্তরে প্রবেশ করান হয়। উত্তপ্ত জলের সংস্পর্শে আসিয়া সালফার গলিয়া যায়। একেবারে মধ্যের নল (3) দিয়া প্রায় 35 বায়ুমণ্ডলীয় চাপে পাম্পের সাহায্যে নীচে বায়ু পাঠান হয়। গলিত সালফারের মধ্যে বায়ু পরিচালিত হওয়ায় গলিত সালফারের ফেনা দ্বিতীয়

নল (2) বাহিয়া উপরে উঠিয়া আসে। গলিত সালফারকে কাঠের পাত্রে শীতল করিয়া কঠিন সালফারে পরিণত করা হয়। ইহাতে প্রায় শতকরা 99·5 ভাগ বিশুদ্ধ সালফার থাকে।

(b) ধর্ম—(i) সালফার হাল্‌কা হলুদ বর্ণের ভঙ্গুর কঠিন পদার্থ। ইহা তাপ ও তড়িৎ পরিবাহী নহে। 113°C তাপমাত্রায় সালফার গলে এবং 444·6°C তাপমাত্রায় ফুটিয়া বাষ্পে পরিণত হয়। সালফারের রূপভেদ আছে। যথা, রম্বিক সালফার, মনোক্লিনিক সালফার, প্লাস্টিক সালফার, মিল্ক অব সালফার। সালফার জলে অদ্রাব্য কিন্তু প্লাস্টিক সালফার ব্যতীত অন্যান্য রূপগুলি কার্বন ডাই-সালফাইডে দ্রাব্য। (ii) বায়ুতে বা অক্সিজেনে নীল শিখাসহ জ্বলে এবং সালফার ডাই-অক্সাইড উৎপন্ন হয়। খুব অল্প পরিমাণে সালফার ট্রাই-অক্সাইডও উৎপন্ন হয়। $S+O_2=SO_2$. (iii) সালফার বাষ্প এবং হাইড্রোজেনের মিশ্রণ উত্তপ্ত ঝামা পাথরের উপর প্রবাহিত করিলে হাইড্রোজেন সালফাইড উৎপন্ন হয়। $H_2+S=H_2S$। উত্তপ্ত কপার, জিংক, আয়রন ইত্যাদির সহিত যুক্ত হইয়া সালাফাইড গঠন করে। $Cu+S=CuS$; $Fe+S=FeS$; $Zn+S=ZnS$। সালফার বাষ্পের মধ্যে পাতলা তামার পাত ধরিলে উজ্জ্বল শিখায় জ্বলিয়া উঠিয়া কপার সালফাইড উৎপন্ন হয়। সোডিয়াম সালফার বাষ্পের মধ্যে অগ্নিস্ফুলিঙ্গ ছড়াইয়া সোডিয়াম সালফাইড গঠন করে। $2Na+S=Na_2S$। লোহিত-তপ্ত কার্বনের সহিত কার্বন ডাই সালফাইড উৎপন্ন হয়—শীতল করিলে ইহা তরলে পরিণত হয়। $C+2S=CS_2$।

(iv) গাঢ় ও উত্তপ্ত নাইট্রিক ও সালফিউরিক অ্যাসিড সালফারকে জারিত করিয়া যথাক্রমে সালফিউরিক অ্যাসিড ও সালফার ডাই-অক্সাইডে পরিণত করে। $S+6HNO_3=H_2SO_4+6NO_2+2H_2O$; $S+2H_2SO_4=3SO_2+2H_2O$. (v) উত্তপ্ত ক্ষারের সহিত ইহা সালফাইড ও থায়ো-সালফেট উৎপন্ন করে; সালফাইড অতিরিক্ত সালফারের সহিত যুক্ত হইয়া পলি-সালফাইডে পরিণত হয়।

$4S+6KOH=2K_2S+K_2S_2O_3$ (পটাসিয়াম থায়ো-সালফেট)।

ব্যবহার—সালফার ডাই-অক্সাইডের শিল্প প্রস্তুতিতে কার্বন ডাই-সালফাইড, সালফাইড রঞ্জক, সোডিয়াম থায়ো-সালফেট, রবার, বিভিন্ন ঔষধ প্রস্তুতিতে জীবাণু-নাশকরূপে সালফার ব্যবহৃত হয়।

Q. 166. (a) How is dry sulphur dioxide prepared in the laboratory ? [H. S. 1964. '66 (Comp) 1970]

(b) State its principal physical and chemical properties.

(c) Explain its bleaching action. [H. S. 1960]

[(a) ল্যাবরেটরীতে সালফার ডাই-অক্সাইড কিরূপে প্রস্তুত করা হয় ? (b) ইহার প্রধান ভৌত ও রাসায়নিক ধর্মগুলি বিবৃত কর। (c) সালফার ডাই-অক্সাইডের বিরঞ্জন কার্য ব্যাখ্যা কর।]

Ans. (a) **প্রস্তুতি**—গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড ও কপারের ছিলা উত্তপ্ত করিয়া ল্যাবরেটরীতে সালফার ডাই-অক্সাইড প্রস্তুত করা হয়। কপার সালফিউরিক অ্যাসিডকে সালফার ডাই-অক্সাইডে বিজারিত করে।

$$Cu+2H_2SO_4=CuSO_4+2H_2O+SO_2$$

বিন্দুপাতী ফানেল ও নির্গম নলযুক্ত একটি ফ্লাস্কে কপারের ছিলা লওয়া হয়। ফানেলের মধ্য দিয়া গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড ঢালিয়া কপারের ছিলা ডুবাইয়া রাখা হয় এবং ফানেলের স্টপ-কক্ বন্ধ করা হয়। তার-জালির উপর রাখিয়া ফ্লাস্কটি সামান্য উত্তপ্ত করিলে সালফার ডাই-অক্সাইড উৎপন্ন হয়। সালফার ডাই-অক্সাইড নির্গম-নলের মধ্য দিয়া বাহির হয় এবং নির্গত গ্যাস গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড পূর্ণ গ্যাস-ধাবকের মধ্য দিয়া প্রবাহিত করিয়া শুষ্ক করা হয়। অতঃপর বায়ুর উর্ধ্বাপসারণ দ্বারা ইহা গ্যাস-জারে সংগ্রহ করা হয়। (46 নং চিত্র দেখ।)

(b) **ধর্ম : ভৌত**—সালফার ডাই-অক্সাইড বর্ণহীন, শ্বাসরোধী গন্ধযুক্ত গ্যাস। ইহা বায়ু অপেক্ষা ভারী ও জলে খুব দ্রাব্য। সাধারণ তাপমাত্রায় 2·5 বায়ুমণ্ডলীয় চাপে বা হিম-মিশ্রণে শীতল করিলে ইহা তরলে পরিণত হয়।

রাসায়নিক—(i) জ্বলন্ত পটাসিয়াম সালফার ডাই-অক্সাইড গ্যাসে জ্বলিতে থাকে এবং পটাসিয়াম সালফাইট ও থায়ো-সালফেট উৎপন্ন হয়।

$$4K+3SO_2=K_2SO_3+K_2S_2O_3.$$

(ii) জলীয় দ্রবণে ইহা সালফিউরাস অ্যাসিড উৎপন্ন করে। $H_2O+SO_2=H_2SO_3$। জলীয় দ্রবণ নীল লিটমাস লাল করে ; দ্রবণ ফুটাইলে SO_2 বাহির হইয়া যায় ; সালফিউরাস অ্যাসিড দ্বি-ক্ষারীয় অ্যাসিড ; বাই-সালফাইট, $NaHSO_3$ ও নর্মাল সালফাইট, Na_2SO_3, এই দুই প্রকার স্থায়ী প্রকৃতির লবণ উৎপন্ন করে।

(iii) ইহা আম্লিক অক্সাইড ; সোডিয়াম হাইড্রক্সাইডের সহিত বাই-সালফাইট ও সালফাইট উৎপন্ন করে।

$NaOH + SO_2 = NaHSO_3$; $NaHSO_3 + NaOH = Na_2SO_3 + H_2O$.

(iv) সালফার ডাই-অক্সাইড একটি বিজারক দ্রব্য। ইহা ফেরিক লবণকে ফেরাস লবণে, ক্লোরিনকে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডে, অ্যাসিড মিশ্রিত পটাসিয়াম পারম্যাঙ্গানেট দ্রবণকে বর্ণহীন ম্যাঙ্গানাস্ লবণে বিজারিত করে এবং নিজে সালফিউরিক অ্যাসিডে জারিত হয়। $2FeCl_3 + SO_2 + 2H_2O = 2FeCl_2 + 2HCl + H_2SO_4$; $Cl_2 + SO_2 + 2H_2O = H_2SO_4 + 2HCl$; $2KMnO_4 + 5SO_2 + 2H_2O = K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 2H_2SO_4$ ।

(v) ইহা আর্দ্র হাইড্রোজেন সালফাইডকে সালফারে জারিত করে। $2H_2S + SO_2 = 2H_2O + 3S$.

(vi) সালফার ডাই-অক্সাইড জলীয় বাষ্পের উপস্থিতিতে রঙিন দ্রব্যকে বিজারণ ক্রিয়া দ্বারা বিরঞ্জিত করে।

(vii) উত্তপ্ত প্লাটিনামের উপস্থিতিতে অক্সিজেনের সহিত সালফার ট্রাই-অক্সাইড উৎপন্ন হয়। $2SO_2 + O_2 = 2SO_3$ ।

(viii) প্রখর সূর্যালোকে ইহা ক্লোরিনের সহিত সালফিউরিল্ ক্লোরাইড নামক যুত-যৌগ উৎপন্ন করে। $SO_2 + Cl_2 = SO_2Cl_2$.

(ix) উত্তপ্ত লেড ডাই-অক্সাইডের সহিত লেড সালফেট উৎপন্ন করে। $PbO_2 + SO_2 = PbSO_4$

(c) **বিরঞ্জন কার্যের ব্যাখ্যা**—সালফার ডাই-অক্সাইড জলীয় বাষ্পের উপস্থিতিতে অনেক জৈব জাতীয় রঙিন পদার্থকে বর্ণহীন করে। এই বিরঞ্জন-কার্য জলের অনুপস্থিতিতে হইতে পারে না। সালফার ডাই-অক্সাইড প্রথমে জলের সহিত বিক্রিয়ায় জায়মান হাইড্রোজেন উৎপন্ন করে এবং এই জায়মান হাইড্রোজেন প্রকৃতপক্ষে রঙিন দ্রব্যকে বিজারিত করিয়া বর্ণহীন করিয়া দেয়। সুতরাং, বিজারণ ক্রিয়ার সাহায্যে সালফার ডাই-অক্সাইড বিরঞ্জিত করে।

রঙিন পদার্থ $+ H_2O + H_2SO_3 =$ বর্ণহীন বিজারিত পদার্থ $+ H_2SO_4$

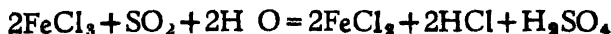
Q. 167. Describe suitable experiments to illustrate the important properties of sulphur dioxide.

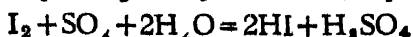
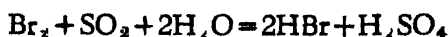
[সালফার ডাই-অক্সাইডের প্রধান ধর্মগুলি উপযুক্ত পরীক্ষার সাহায্যে প্রমাণ কর।]

Ans (a) একটি সালফার ডাই-অক্সাইডপূর্ণ গ্যাস-জারে জ্বলন্ত শলাকা প্রবেশ করান হইল। শলাকা নিভিয়া যায়, গ্যাস জ্বলে না। সুতরাং, সালফার ডাই-অক্সাইড দাহ্য নহে বা দহনের সহায়ক নহে।

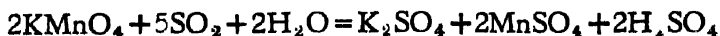
(b) একটি SO_2 পূর্ণ গ্যাস জারে নীল লিটমাস দ্রবণ যোগ করা হইল এবং জারের মুখ বন্ধ করিয়া নাড়িয়া দিয়া জলের উপর উপুড় করিয়া ঢাকনি সরান হইল। নীল লিটমাস দ্রবণ লাল হয় এবং গ্যাস-জারটি জলে পূর্ণ হয়। সালফার ডাই-অক্সাইড জলে দ্রবণীয় এবং জলীয় দ্রবণ অ্যাসিডধর্মী। $SO_2+H_2O=H_2SO_3$।

(c) (i) একটি টেস্ট-টিউবে হলুদ বর্ণের ফেরিক ক্লোরাইড দ্রবণ লইয়া উহাতে সালফার ডাই-অক্সাইড গ্যাস পরিচালিত করা হইল। দ্রবণের হলুদ বর্ণ চলিয়া যায়। সালফার ডাই-অক্সাইড ফেরিক ক্লোরাইড হইতে অপরাবিদ্যুৎবাহী ক্লোরিনের পরিমাণ হ্রাস করিয়া উহাকে ফেরাস ক্লোরাইডে বিজারিত করে এবং নিজে সালফিউরিক অ্যাসিডে জারিত হয়। সুতরাং ইহা একটি বিজারক দ্রব্য।

$$2FeCl_3+SO_2+2H_2O=2FeCl_2+2HCl+H_2SO_4$$

(ii) একটি টেস্ট-টিউবে ব্রোমিন জল (বা জলে প্রলম্বিত আয়োডিন) লইয়া উহাতে সালফার ডাই-অক্সাইড গ্যাস পরিচালিত করা হইল। বর্ণহীন দ্রবণ পাওয়া যায়। সালফার ডাই-অক্সাইড ব্রোমিনকে হাইড্রোব্রোমিক অ্যাসিডে (এবং আয়োডিনকে হাইড্রো-আয়োডিক অ্যাসিডে) বিজারিত করে। কারণ, ব্রোমিন (বা আয়োডিনের) সহিত পরাবিদ্যুৎবাহী হাইড্রোজেন যুক্ত হয়। এই সঙ্গে সালফার ডাই-অক্সাইড সালফিউরিক অ্যাসিডে জারিত হয়। সুতরাং, ইহা একটি বিজারক দ্রব্য।

$$Br_2+SO_2+2H_2O=2HBr+H_2SO_4$$
$$I_2+SO_2+2H_2O=2HI+H_2SO_4$$

(iii) অ্যাসিড মিশ্রিত পটাসিয়াম পারম্যাঙ্গানেট দ্রবণে সালফার ডাই-অক্সাইড গ্যাস পরিচালিত করা হইল। পারম্যাঙ্গানেট দ্রবণ বর্ণহীন হয়। পারম্যাঙ্গানেট

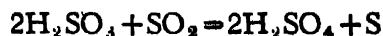
সালফার ডাই-অক্সাইড দ্বারা ম্যাঙ্গানাস্ সালফেটে বিজারিত হয়। সুতরাং ইহা একটি বিজারক দ্রব্য।

$$2KMnO_4 + 5SO_2 + 2H_2O = K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 2H_2SO_4$$

(d) একটি শুষ্ক SO_2 পূর্ণ গ্যাস-জারে একটি শুষ্ক রঙিন ফুল ফেলিয়া দেওয়া হইল। ফুলের বর্ণের পরিবর্তন হয় না। গ্যাস-জারে সামান্য জল মিশান হইল। রঙিন ফুল বর্ণহীন হয়। সুতরাং, সালফার ডাই-অক্সাইড জলের উপস্থিতিতে রঙিন দ্রব্য বিরঞ্জিত করে [ব্যাখ্যার জন্য 166 c) নং প্রশ্নোত্তর দেখ।]

Q. 168. Describe experiments to show that sulphur dioxide—(a) contains sulphur, (b) contains its own volume of oxygen, (c) acts as a reducing agent and a bleaching agent, (d) is soluble in water and the solution is acidic.

[(a) সালফার ডাই-অক্সাইডে সালফার আছে, (b) এই গ্যাসে সমায়তন অক্সিজেন আছে, (c) এই গ্যাস বিজারক দ্রব্যরূপে এবং বিরঞ্জক দ্রব্যরূপে কাজ করে এবং (d) এই গ্যাস জলে দ্রাব্য এবং জলীয় দ্রবণ অ্যাসিডধর্মী—ইহা দেখাইবার জন্য উপযুক্ত পরীক্ষা বর্ণনা কর।]

Ans. (a) একটি আবদ্ধ নলে সালফার ডাই-অক্সাইডের জলীয় দ্রবণ লইয়া 150°C তাপমাত্রা পর্যন্ত উত্তপ্ত করা হইল। বিক্রিয়ার ফলে নলের মধ্যে হলুদ বর্ণের কঠিন পদার্থ জমা হয়। ফিলটার করিয়া কঠিন পদার্থটি পৃথক করা হইল এবং শুষ্ক করিয়া উহাকে বায়ুতে দগ্ধ করা হইল। দহনের ফলে যে গ্যাস উৎপন্ন হয় তাহা সালফার ডাই-অক্সাইড, কারণ ইহার গন্ধ পোড়া সালফারের গন্ধের ন্যায় এবং এই গ্যাস অ্যাসিড মিশ্রিত পারম্যাঙ্গানেট দ্রবণ বর্ণহীন করে। সুতরাং, হলুদ কঠিন পদার্থটি সালফার; সালফিউরাস অ্যাসিড আবদ্ধ পাত্রে উত্তপ্ত করাতে ইহা উৎপন্ন হইয়াছে। অতএব, সালফার ডাই-অক্সাইডে সালফার আছে।

$$2H_2SO_3 + SO_2 = 2H_2SO_4 + S$$

(b) 124 নং পরীক্ষায় কার্বন ডাই-অক্সাইডের আয়তন সংযুতি দেখ। ঐ পরীক্ষায় কার্বনের পরিবর্তে সালফার লইয়া পরীক্ষাটি করিতে হইবে। সালফার ডাই-অক্সাইড গ্যাস উৎপন্ন হয়। $S + O_2 = SO_2$। পর্যবেক্ষণ ও সিদ্ধান্ত একইরূপ।

(c) 167 নং প্রশ্নোত্তরের (c) এবং (d) অংশ দেখ।

(d) 167 নং প্রশ্নোত্তরের (b) অংশ দেখ।

Q. 169. (a) How is sulphur dioxide obtained from (i) sulphur, (ii) a sulphide mineral, (ii) sulphuric acid [H. S. 1966 (Comp.)] **and (iv) a sulphite or bisulphite salt ?**

[(i) সালফার, (ii) খনিজ সালফাইড, (iii) সালফিউরিক অ্যাসিড এবং (iv) সালফাইট বা বাই-সালফাইট লবণ হইতে কিরূপে সালফার ডাই-অক্সাইড পাওয়া যায় ?]

(b) What are the uses of sulphur dioxide ? What are its tests ?

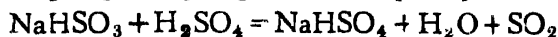
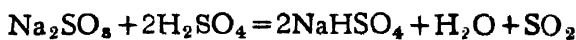
[সালফার ডাই-অক্সাইডের ব্যবহার কি ? ইহার অস্তিত্বের পরীক্ষা কি ?]

Ans. (a) (i) **সালফার হইতে**—বায়ুতে সালফার দহন করিলে সালফার ডাই-অক্সাইড গ্যাস উৎপন্ন হয়। $S+O_2=SO_2$। উৎপন্ন সালফার ডাই-অক্সাইড শীতল জলে দ্রবীভূত করিয়া অন্যান্য মিশ্রিত গ্যাসীয় পদার্থ হইতে পৃথক করা হয়। জলীয় দ্রবণ উত্তপ্ত করিলে সালফার ডাই-অক্সাইড গ্যাস নির্গত হয়। অতঃপর গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড দ্বারা শুষ্ক করিয়া চাপ-প্রয়োগে উহাকে তরলে পরিণত করা হয় এবং ইস্পাতের চোঙে ভর্তি করিয়া রাখা হয়।

(ii) **খনিজ সালফাইড হইতে**—আয়রন পাইরাইটিস্ (FeS_2), জিংক ব্লেণ্ড্ (ZnS) ইত্যাদি খনিজ সালফাইডের তাপ-জারণ (roasting) দ্বারা সালফার ডাই-অক্সাইড প্রস্তুত করা হয়। $4FeS_2+11O_2=2Fe_2O_3+8SO_2$; $2ZnS+3O_2=2ZnO+2SO_2$। উৎপন্ন সালফার ডাই-অক্সাইড পূর্বের ন্যায় বিশুদ্ধ ও শুষ্ক করা হয় এবং তরলে পরিণত করিয়া ইস্পাতের চোঙে রাখা হয়। [দ্রষ্টব্য : (i) ও (ii) প্রণালী দুইটি সালফার ডাই-অক্সাইডের শিল্প-প্রস্তুতি]

(iii) **সালফিউরিক অ্যাসিড হইতে**—গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডকে কপার, সালফার বা কাঠকয়লা দ্বারা উত্তপ্ত করিলে উহা বিজারিত হইয়া সালফার ডাই-অক্সাইডে পরিণত হয়। $Cu+2H_2SO_4=CuSO_4+2H_2O+SO_2$; $S+2H_2SO_4=3SO_2+2H_2O$; $C+2H_2SO_4=2SO_2+2H_2O+CO_2$ [বিবরণের জন্য 166 (a) নং প্রশ্নোত্তর দেখ।]

(iv) **সালফাইট বা বাই-সালফাইট লবণ হইতে**—ধাতব সালফাইট বা বাই-সালফাইটের উপর গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডের বিক্রিয়ায় সাধারণ তাপমাত্রায় সালফার ডাই-অক্সাইড গ্যাস উৎপন্ন হয়।

$$Na_2SO_3 + 2H_2SO_4 = 2NaHSO_4 + H_2O + SO_2$$
$$NaHSO_3 + H_2SO_4 = NaHSO_4 + H_2O + SO_2$$

(b) **সালফার ডাই-অক্সাইডের ব্যবহার**—সালফিউরিক অ্যাসিডের ও সালফাইটের প্রস্তুতিতে, সিল্ক, উল ইত্যাদির বিরঞ্জনের জন্য, জীবাণুনাশকরূপে, মাংস ও ফল সংরক্ষণে, চিনি ও কেরোসিন তৈল শোধনে, ক্লোরিন অপসারণে এবং তরল SO_2 শৈত্য উৎপাদনের জন্য ব্যবহৃত হয়।

অস্তিত্বের পরীক্ষা—(i) পোড়া সালফারের তীব্র ঝাঁঝালো গন্ধ হইতে এই গ্যাসটির অস্তিত্ব বুঝা যায়। (ii) অ্যাসিড মিশ্রিত পটাসিয়াম ডাই-ক্রোমেট দ্রবণে সিক্ত ফিলটার কাগজ এই গ্যাসের মধ্যে ধরিলে সবুজ হয়। (iii) পটাসিয়াম পারম্যাঙ্গানেট দ্রবণ গ্যাসের সংস্পর্শে বর্ণহীন হয়।

Q. 170. Compare the action of chlorine and sulphur dioxide as bleaching agents. [H. S. 1962, '66 (Comp.), '69 (Comp.)]

[বিরঞ্জকরূপে ক্লোরিন ও সালফার ডাই-অক্সাইডের ক্রিয়ার তুলনা কর।]

Ans. (i) জলীয় বাষ্পের উপস্থিতিতে ক্লোরিন ও সালফার ডাই-অক্সাইড রঙিন দ্রব্যকে বিরঞ্জিত করে। সম্পূর্ণ শুষ্ক অবস্থায় ইহাদের বিরঞ্জন-ক্ষমতা নাই।

[বিরঞ্জন ক্রিয়ার ব্যাখার জন্য 157 (d) নং ও 166 (c) নং প্রশ্নোত্তর দেখ।]

(ii) সালফার ডাই-অক্সাইড ক্লোরিন অপেক্ষা মৃদু বিরঞ্জক। সিল্ক, উল ইত্যাদি সালফার ডাই-অক্সাইড দ্বারা স্বাভাবিকরূপেই বিরঞ্জিত হয়। কিন্তু ক্লোরিন তীব্র বিরঞ্জক বলিয়া ঐ পদার্থগুলি ক্লোরিনে নষ্ট হইয়া যায়।

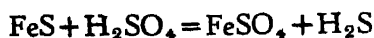
(iii) ক্লোরিন স্থায়িভাবে বিরঞ্জিত করে কিন্তু সালফার ডাই-অক্সাইডের বিরঞ্জন সর্বদা স্থায়ী নাও হইতে পারে।

Q. 171. (a) How is hydrogen sulphide or sulphuretted hydrogen prepared and collected in the laboratory? How is it purified? [H. S. 1971, 1973]

(b) State its important properties. [H. S. 1964]

[(a) ল্যাবরেটরীতে কিরূপে হাইড্রোজেন সালফাইড (বা সালফিউরেটেড হাইড্রোজেন) প্রস্তুত ও সংগ্রহ করা হয়? কিরূপে ইহা বিশুদ্ধ করা হয়? (b) ইহার প্রধান ধর্মগুলি বিবৃত কর।]

Ans. (a) **প্রস্তুতি :** সাধারণ তাপমাত্রায় ফেরাস সালফাইডের সহিত লঘু সালফিউরিক বা হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের রাসায়নিক ক্রিয়া দ্বারা ল্যাবরেটরীতে হাইড্রোজেন সালফাইড (সালফিউরেটেড হাইড্রোজেন) প্রস্তুত করা হয়।

$$FeS + H_2SO_4 = FeSO_4 + H_2S$$

দীর্ঘনাল-ফানেল ও নির্গম-নল যুক্ত একটি উল্‌ফ বোতলে ফেরাস সালফাইডের কতকগুলি টুকরা লওয়া হয়। প্রথমে কিছু জল মিশাইয় দীর্ঘনাল ফানেলের শেষ প্রান্ত জলে ডুবাইয়া রাখা হয়। অতঃপর ফানেলের মধ্য দিয়া লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড ঢালিয়া দেওয়া হয়। অ্যাসিড ফেরাস সালফাইডের সংস্পর্শে আসিলেই হাইড্রোজেন সালফাইড গ্যাস উৎপন্ন হয়। নির্গম-নল দিয়া গ্যাসটি বাহিরে আসে এবং বায়ুর উর্ধ্বাপসারণ দ্বারা গ্যাস-জারে ইহা সংগ্রহ করা হয়।

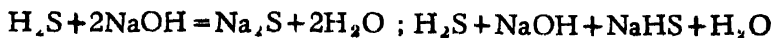
বিশুদ্ধিকরণ—ফেরাস সালফাইড হইতে প্রস্তুত গ্যাসে সামান্য অ্যাসিডের বাষ্প, হাইড্রোজেন (ফেরাস সালফাইডের সহিত মিশ্রিত আয়রনের এবং অ্যাসিডের ক্রিয়ায় উৎপন্ন) ও জলীয় বাষ্প থাকে। সোডিয়াম হাইড্রোজেন সালফাইডের সংপৃক্ত দ্রবণের মধ্য দিয়া পরিচালিত করিয়া ইহাকে অ্যাসিডমুক্ত এবং ফস্‌ফরাস পেণ্টক্সাইডের মধ্য দিয়া অতিক্রম করিয়া জলীয় বাষ্পমুক্ত করা হয়। অতঃপর ইহাকে কঠিন কার্বন ডাই-অক্সাইড দ্বারা শীতল করিলে হাইড্রোজেন সালফাইড তরলে পরিণত হয়—হাইড্রোজেন বাহির হইয়া যায়। তরল হাইড্রোজেন সালফাইড উষ্ণ করিলে গ্যাসে পরিণত হয় এবং উহা শুষ্ক গ্যাস-জারে বায়ুর উর্ধ্বাপসারণ দ্বারা সংগ্রহ করা হয়।

(b) **হাইড্রোজেন সালফাইডের ধর্ম :** **ভৌত**—(i) হাইড্রোজেন সালফাইড পচা ডিমের গন্ধযুক্ত বর্ণহীন গ্যাস। (ii) ইহা বায়ু অপেক্ষা ভারী ও জলে মোটামুটি দ্রাব্য ; ইহাকে সহজে তরলে পরিণত করা যায়।

রাসায়নিক—(i) অতিরিক্ত অক্সিজেনে নীল শিখার সহিত জলিয়া জল ও সালফার ডাই-অক্সাইড উৎপন্ন করে। $2H_2S + 3O_2 = 2H_2O + 2SO_2$।

(ii) অতিরিক্ত উত্তাপে বা বিদ্যুৎক্ষরণে ইহা বিযোজিত হইয়া সালফার ও হাইড্রোজেনে পরিণত হয়। $H_2S \rightleftarrows H_2 + S$

(iii) হাইড্রোজেন সালফাইডের জলীয় দ্রবণ নীল লিটমাসকে লাল করে। জলীয় দ্রবণে ক্ষীণ দ্বি ক্ষারীয় অ্যাসিড উৎপন্ন হয়। ক্ষারের সহিত ইহা সালফাইড ও হাইড্রোসালফাইড লবণ এবং জল উৎপন্ন করে।

$H_2S + 2NaOH = Na_2S + 2H_2O$; $H_2S + NaOH + NaHS + H_2O$

(iv) ইহা একটি বিজারক দ্রব্য। ক্লোরিনকে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডে, ফেরিক ক্লোরাইডকে ফেরাস ক্লোরাইডে বিজারিত করে এবং উভয়ক্ষেত্রেই সালফার অধঃক্ষিপ্ত হয়। $Cl_2 + H_2S = 2HCl + S$; $2FeCl_3 + H_2S = 2FeCl_2 + 2HCl + S$

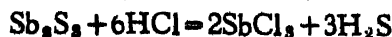
(v) গোল্ড, প্লাটিনাম ব্যতীত অনেক ধাতু যথা, সিলভার, লেড, টিন ইত্যাদি হাইড্রোজেন সালফাইড দ্বারা আক্রান্ত হইয়া উহাদের সালফাইডে পরিণত হয়। $2Ag + H_2S = Ag_2S + H_2$; $Pb + H_2S = PbS + H_2$ (vi) অনেক ধাতব লবণের জলীয় দ্রবণে হাইড্রোজেন সালফাইড পরিচালিত করিলে ধাতব সালফাইড অধঃক্ষিপ্ত হয়। সালফাইডগুলির বিশিষ্ট রং এবং অ্যাসিডে ও ক্ষারে উহাদের দ্রাব্যতা দেখিয়া ধাতব সালফাইডগুলি সনাক্ত করা যায়। $CuSO_4 + H_2S = H_2SO_4 +$ CuS (কালো, অ্যাসিডে অদ্রাব্য)। $ZnSO_4 + H_2S = H_2SO_4 + ZnS$ (সাদা, অ্যামোনিয়ায় অদ্রাব্য)।

Q. 172 (a) How is pure sulphuretted hydrogen obtained? (b) State why nitric acid is not used for the preparation of H_2S from a metallic sulphide.

(c) State why conc. sulphuric acid or fused calcium chloride is not used for drying the gas.

[(a) বিশুদ্ধ সালফিউরেটেড হাইড্রোজেন কিরূপে প্রস্তুত করা হয়? (b) ইহার প্রস্তুতির জন্য নাইট্রিক অ্যাসিড এবং (c) ইহা শুষ্ক করিবার জন্য গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড বা ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড ব্যবহার করা হয় না কেন?]

Ans. (a) অ্যান্টিমনি সালফাইড ও গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড উত্তপ্ত করিয়া বিশুদ্ধ সালফিউরেটেড হাইড্রোজেন প্রস্তুত করা যায়।

$$Sb_2S_3 + 6HCl = 2SbCl_3 + 3H_2S$$

একটি দীর্ঘনাল ফানেল ও নির্গম-নল যুক্ত ফ্লাস্কে অ্যান্টিমনি সালফাইড লইয়া ফানেলের মধ্য দিয়া গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড ঢালিয়া দেওয়া হয় যেন ফানেলের শেষ প্রান্ত অ্যাসিডে ডুবান থাকে। ফ্লাস্কটি উত্তপ্ত করিলে সালফিউরেটেড হাইড্রোজেন নির্গম-নল দিয়া বাহিরে আসে। নির্গত গ্যাস জল-পূর্ণ গ্যাস-ধাবকের মধ্য দিয়া প্রবাহিত করিয়া অ্যাসিড বাষ্প হইতে মুক্ত করা হয় এবং পরে ফস্‌ফরাস পেণ্টক্সাইডের মধ্য দিয়া প্রবাহিত করিয়া শুষ্ক করা হয়। শুষ্ক গ্যাস বায়ুর ঊর্ধ্বাপসারণ দ্বারা শুষ্ক গ্যাস-জারে সংগ্রহ করা হয়।

(b) হাইড্রোজেন সালফাইড নাইট্রিক অ্যাসিডকে বিজারিত করিয়া নাইট্রোজেন ডাই-অক্সাইডে পরিণত করে এবং নিজে জারিত হইয়া সালফারে পরিণত হয়। $2HNO_3 + H_2S = 2H_2O + 2NO_2 + S$। নাইট্রিক অ্যাসিড ও সালফাইডের বিক্রিয়ায় উৎপন্ন হাইড্রোজেন সালফাইড নাইট্রিক অ্যাসিড দ্বারা এইরূপ জারিত হয় বলিয়া হাইড্রোজেন সালফাইড প্রস্তুতিতে নাইট্রিক অ্যাসিড ব্যবহৃত হয় না।

(c) হাইড্রোজেন সালফাইড সালফিউরিক অ্যাসিডকে সালফার ডাই-অক্সাইডে বিজারিত করিয়া নিজে সালফারে পরিণত হয়। সেইজন্য শুষ্ক করিবার জন্য সালফিউরিক অ্যাসিড ব্যবহৃত হয় না। $H_2SO_4 + H_2S = 2H_2O + SO_2 + S$। ক্যালসিয়াম ক্লোরাইডের সহিত হাইড্রোজেন সালফাইড বিক্রিয়া করিয়া ক্যালসিয়াম সালফাইড উৎপন্ন করে। সেইজন্য ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড দ্বারা এই গ্যাস শুষ্ক করা হয় না। $CaCl_2 + H_2S \rightleftharpoons CaS + 2HCl$।

Q. 173. (a) Describe an arrangement by which you can get a continuous or intermittent supply of hydrogen sulphide gas in the laboratory. [cf H. S. 1962 (Comp.), '64, '69]

Or, How is sulphuretted hydrogen obtained for laboratory use? Give a sketch of the Kipp's apparatus.

[H. S. 1965 (Comp.), '66. '67, (Comp.)]

(b) How would you obtain pure ferrous sulphate crystals from waste liquor of H_2S Kipp?

[(a) ল্যাবরেটরীতে নিয়মিত পরিমাণে ও প্রয়োজন অনুযায়ী হাইড্রোজেন

সালফাইড গ্যাস পাইবার জন্য একটি ব্যবস্থা সংক্ষেপে বর্ণনা কর। (b) H_2S কিপ্‌স-যন্ত্রের ব্যয়িত তরল হইতে কিরূপে বিশুদ্ধ ফেরাস সালফেটের স্ফটিক প্রস্তুত করিবে ?]

Ans. (a) 55 নং প্রশ্নোত্তর দেখ। [সংকেত—কিপ্‌স-যন্ত্রের মধ্য-গোলকে ফেরাস সালফাইডের টুকরা লইয়া উপরের গোলকের মধ্য দিয়া লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড মিশাইতে হইবে। ইহাতে হাইড্রোজেন সালফাইড গ্যাস উৎপন্ন হয়।

$FeS + H_2SO_4 = FeSO_4 + H_2S$ । অন্যান্য যুক্তি একই রকম।

(b) H_2S কিপের ব্যয়িত তরল অবিশুদ্ধ ফেরাস সালফেট দ্রবণ। $FeS + H_2SO_4 = FeSO_4 + H_2S$ । তরল পদার্থটি ফিল্‌টার করিয়া পরিস্রুত তাপ প্রয়োগে বাষ্পীভূত করিয়া গাঢ় করা হয়, যতক্ষণ না পাত্রের গায়ে কঠিন পদার্থ জমা হইতে আরম্ভ করে। উত্তপ্ত দ্রবণ ধীরে ধীরে শীতল করিলে ফেরাস সালফেটের কেলাস ($FeSO_4, 7H_2O$) দ্রবণ হইতে পৃথক হয়। ফিলটার করিয়া কেলাসগুলি সংগ্রহ করা হয় এবং পুনঃ-কেলাসন প্রক্রিয়ায় বিশুদ্ধ করিয়া শুষ্ক করা হয়।

Q. 174. How would you show that—

(a) hydrogen sulphide is a reducing agent,

(b) hydrogen sulphide is acidic,

(c) hydrogen sulphide contains sulphur and hydrogen ?

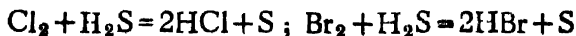
[(a) হাইড্রোজেন সালফাইড একটি বিজারক দ্রব্য, (b) একটি অ্যাসিড এবং (c) উহাতে যে সালফার ও হাইড্রোজেন আছে তাহা কিরূপে দেখাইবে ?]

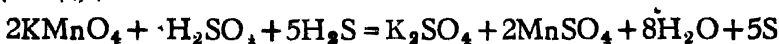
Ans. (a) (i) হলুদ বর্ণের ফেরিক ক্লোরাইড দ্রবণে হাইড্রোজেন সালফাইড পরিচালিত করিলে সালফারের সাদা অধঃক্ষেপ আসে এবং ফেরিক ক্লোরাইড ফেরাস ক্লোরাইডে পরিণত হয়। ফেরিক ক্লোরাইড হইতে অপরাবিদ্যুৎবাহী ক্লোরিন অপসারিত করিয়া হাইড্রোজেন সালফাইড উহাকে ফেরাস ক্লোরাইডে বিজারিত করিয়াছে। হাইড্রোজেন সালফাইড হইতে হাইড্রোজেন অপসারিত হইয়া উহা সালফারে জারিত হইয়াছে। সুতরাং, হাইড্রোজেন সালফাইড একটি বিজারক দ্রব্য।

$$2FeCl_3 + H_2S = 2FeCl_2 + 2HCl + S$$

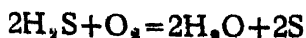
(ii) ক্লোরিন-জলে (বা ব্রোমিন-জলে) হাইড্রোজেন সালফাইড গ্যাস পরিচালিত করা হইল। সালফারের সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে। ক্লোরিন (বা

ব্রোমিন) হাইড্রোক্লোরিক (বা হাইড্রোব্রোমিক) অ্যাসিডে বিজারিত হয়। ক্লোরিনের (বা ব্রোমিনের) সহিত পরাবিদ্যুৎবাহী হাইড্রোজেনের সংযোগ ঘটে। হাইড্রোজেন সালফাইড হইতে হাইড্রোজেন অপসারিত হইয়া সালফারে জারিত হয়। সুতরাং ইহা একটি বিজারক দ্রব্য।

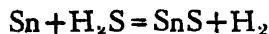
$Cl_2 + H_2S = 2HCl + S$; $Br_2 + H_2S = 2HBr + S$

(iii) সালফিউরিক অ্যাসিড মিশ্রিত পটাসিয়াম পারম্যাঙ্গানেট দ্রবণের মধ্যে হাইড্রোজেন সালফাইড পরিচালিত করিলে দ্রবণ বর্ণহীন হয় এবং সাদা সালফার অধঃক্ষিপ্ত হয়। হাইড্রোজেন সালফাইড পারম্যাঙ্গানেটকে ম্যাঙ্গানাস্ সালফেটে বিজারিত করিয়াছে এবং নিজে সালফারে জারিত হইয়াছে। সুতরাং, ইহা একটি বিজারক দ্রব্য।

$$2KMnO_4 + H_2SO_4 + 5H_2S = K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 8H_2O + 5S$$

(b) একটি হাইড্রোজেন সালফাইড পূর্ণ গ্যাসজারে সামান্য জল মিশাইয়া নাড়িয়া দেওয়া হইল। গ্যাসজারের জলীয় দ্রবণে নীল লিটমাস কাগজ ডুবাইলে উহা সামান্য লাল হয়। সুতরাং হাইড্রোজেন সালফাইড অ্যাসিড ধর্মী। ইহা ক্ষারের সহিত বিক্রিয়া করিয়া সালফাইড লবণ (নর্মাল) উৎপন্ন করে। $2NaOH + H_2S = Na_2S + 2H_2O$। গাঢ় কস্টিক সোডা দ্রবণে অতিরিক্ত গ্যাস পরিচালিত করিলে হাইড্রো-সালফাইড (বাই-লবণ) উৎপন্ন হয়। $NaOH + H_2S = NaHS + H_2O$। সুতরাং, ইহা একটি দ্বি-ক্ষারীয় অ্যাসিড।

(c) হাইড্রোজেন সালফাইড-পূর্ণ একটি গ্যাস-জারে জলন্ত শলাকা প্রবেশ করাইলে শলাকা নিভিয়া যায়, কিন্তু গ্যাস নীলাভ শিখায় জ্বলিতে থাকে। গ্যাস-জারের গায়ে হলুদ বর্ণের কঠিন পদার্থ জমা হয়। কঠিন পদার্থ সালফার, কারণ ইহা বায়ুতে পোড়াইলে পোড়া সালফারের গন্ধ-বিশিষ্ট একটি গ্যাস উৎপন্ন হয় এবং এই গ্যাসের সংস্পর্শে অ্যাসিড মিশ্রিত পটাসিয়াম ডাই-ক্রোমেটে সিক্ত কাগজ সবুজ হইয়া যায়। সুতরাং, হাইড্রোজেন সালফাইডে সালফার আছে।

$$2H_2S + O_2 = 2H_2O + 2S$$

একটি বাঁকান নলে পারদের উপর বিশুদ্ধ ও শুষ্ক হাইড্রোজেন সালফাইড গ্যাস সংগ্রহ করা হয়। নলের মধ্যে উহার অনুভূমিক অংশে এক টুকরা ধাতব টিন

রাখিয়া হাইড্রোজেন সালফাইড গ্যাসের মধ্যে উহাকে উত্তপ্ত করা হয়। বিক্রিয়ার ফলে কঠিন পদার্থ উৎপন্ন হয় এবং একটি গ্যাস মুক্ত হয়। এই গ্যাস যে হাইড্রোজেন তাহার প্রমাণ, ইহা বায়ুতে নীলাভ শিখার সহিত জ্বলিয়া জল উৎপন্ন করে। সুতরাং, হাইড্রোজেন সালফাইডে হাইড্রোজেন আছে। টিন ও হাইড্রোজেন সালফাইড উত্তপ্ত অবস্থায় স্ট্যানাস সালফাইড ও হাইড্রোজেন উৎপন্ন করে।

$$Sn + H_2S = SnS + H_2$$

Q. 175. Describe, with examples, the use of hydrogen sulphide as a reagent in qualitative chemical analysis.

[H. S. 1963, '64 Comp', '67, '71]

[রাসায়নিক বিশ্লেষণে বিকারকরূপে হাইড্রোজেন সালফাইডের ব্যবহার উদাহরণ সহ বর্ণনা কর।

Ans. (i) অনেক ধাতব লবণের দ্রবণে হাইড্রোজেন সালফাইড পরিচালিত করিলে ধাতব সালফাইড অধঃক্ষিপ্ত হয়। এই ধাতব সালফাইডগুলির বিশেষ বর্ণ আছে এবং সেই বর্ণ দেখিয়া সালফাইডগুলি কোন্ ধাতুর লবণ তাহা জানিতে পারা যায়। কপার লবণের দ্রবণে হাইড্রোজেন সালফাইড পরিচালিত করিলে কালো কপার সালফাইড অধঃক্ষিপ্ত হয় এবং স্ট্যানাস লবণের দ্রবণ হইতে বাদামী স্ট্যানাস সালফাইড, অ্যান্টিমনি লবণের দ্রবণ হইতে কমলা রঙের অ্যান্টিমনি সালফাইড, জিংক লবণের দ্রবণ হইতে সাদা জিংক সালফাইড হাইড্রোজেন সালফাইড দ্বারা অধঃক্ষিপ্ত হয়।

$CuSO_4 + H_2S = CuS + H_2SO_4$; $SnCl_2 + H_2S = SnS + 2HCl$; $ZnSO_4 + H_2S = ZnS + H_2SO_4$ । একাধিক সালফাইডের একই বর্ণ হইলে অবশ্য এই প্রণালীতে উহাদের সনাক্ত করা সম্ভব নয়।

(ii) এই সালফাইডগুলির কতকগুলি অ্যাসিডে অদ্রবণীয়; যথা, CuS, PbS, SnS। কতকগুলি অ্যাসিডে দ্রবণীয় কিন্তু ক্ষারে অদ্রবণীয়; যথা—ZnS, FeS। কতকগুলি জলে দ্রবীভূত অবস্থায় থাকে, যথা, CaS, (হাইড্রোসালফাইডরূপে), Na_2S। এইরূপ অ্যাসিড, ক্ষার ও জলে সালফাইডগুলির দ্রাব্যতা অনুসারে উহাদিগকে তিন শ্রেণীতে বিভক্ত করা যায়। সুতরাং যদি কতকগুলি অজৈব

লবণ একত্রে মিশ্রিত থাকে, তবে উহাদের জলীয় দ্রবণে বিভিন্ন অবস্থায় (অ্যাসিড বা ক্ষারের উপস্থিতিতে) হাইড্রোজেন সালফাইড পরিচালিত করিয়া ধাতব সালফাইডগুলি অধঃক্ষিপ্ত করা যায় এবং মিশ্রণ হইতে ধাতব মূলক পৃথক করা সম্ভব। উদাহরণস্বরূপ কপার, জিংক ও সোডিয়াম লবণের একটি দ্রবণ লওয়া হইল। দ্রবণে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড মিশাইয়া এবং উহা গরম করিয়া উহার মধ্যে হাইড্রোজেন সালফাইড পরিচালিত করিলে কপার সালফাইড (কালো) অ্যাসিডে অদ্রবণীয় বলিয়া দ্রবণ হইতে অধঃক্ষিপ্ত হইবে, জিংক ও সোডিয়াম লবণ দ্রবণে থাকিবে। ফিলটার করিয়া কপার সালফাইড পৃথক করা হয় এবং পরিস্রুত ফুটাইয়া H_2S বিতাড়িত করিয়া অ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইড মিশাইয়া উহাকে ক্ষারীয় করা হয়। ইহাতে পুনরায় হাইড্রোজেন সালফাইড পরিচালিত করিলে সাদা জিংক সালফাইড দ্রবণ হইতে অধঃক্ষিপ্ত হয়, কারণ জিংক সালফাইড ক্ষারে অদ্রবণীয়। কিন্তু সোডিয়াম লবণ দ্রবণে থাকে। জিংক সালফাইড ফিলটার করিয়া পৃথক করা হয় এবং পরিস্রুতে সোডিয়াম লবণ থাকিয়া যায়। সোডিয়াম লবণ জলে দ্রবণীয় বলিয়া কোন ক্ষেত্রেই অধঃক্ষিপ্ত হয় না। সুতরাং দেখা যায় যে, অজৈব লবণ বিশ্লেষণে হাইড্রোজেন সালফাইড একটি প্রয়োজনীয় বিকারক।

Q 176 Describe experiments to show that—

(a) sulphuric acid is an oxidising agent.

(b) sulphuric acid is a dehydrating agent (or it has great affinity for water).

(c) sulphuric acid has acidic properties.

(d) sulphuric acid is less volatile than hydrochloric acid and nitric acid.

(e) sulphuric acid contains sulphur, hydrogen and oxygen.

[পরীক্ষার সাহায্যে দেখাও যে, (a) সালফিউরিক অ্যাসিড একটি জারক দ্রব্য, (b) ইহা একটি নিরুদক (বা জলের প্রতি ইহার আসক্তি খুব বেশী), (c) ইহা অ্যাসিড-ধর্মী, (d) ইহা হাইড্রোক্লোরিক এবং নাইট্রিক অ্যাসিড অপেক্ষা কম উদ্বায়ী, (e) সালফিউরিক অ্যাসিডে সালফার, হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন আছে।]

Ans. (a) (i) কার্বনকে গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডের সহিত উত্তপ্ত করা হইল।

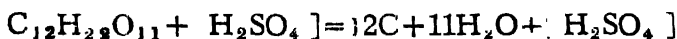
নির্গত গ্যাস প্রথমে পটাসিয়াম ডাইক্রোমেট দ্রবণের মধ্য দিয়া এবং পরে চুন-জলের মধ্য দিয়া প্রবাহিত করান হয়। ডাইক্রোমেট দ্রবণ সবুজ হয়, ইহাতে বুঝা যায় যে নির্গত গ্যাসে সালফার ডাই-অক্সাইড আছে। চুন জল ঘোলা হয়, ইহাতে বুঝা যায় যে নির্গত গ্যাসে কার্বন ডাই-অক্সাইড আছে। গাঢ় ও উত্তপ্ত সালফিউরিক অ্যাসিড কার্বনকে কার্বন ডাই-অক্সাইডে জারিত করিয়াছে (অপরাবিদ্যুৎবাহী অক্সিজেনের সংযোগে ঘটিয়াছে) এবং নিজে সালফার ডাই-অক্সাইডে বিজারিত হইয়াছে। সুতরাং সালফিউরিক অ্যাসিড একটি জারক দ্রব্য।

$$C + 2H_2SO_4 = CO_2 + 2SO_2 + 2H_2O$$

(ii) একটি টেস্ট-টিউবে কয়েকটি তামার কুচি লইয়া উহাতে গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড মিশাইয়া সামান্য তাপ দেওয়া হইল। নির্গত গ্যাস হইতে জ্বলন্ত সালফারের গন্ধ আসে এবং উহা পটাসিয়াম ডাইক্রোমেট দ্রবণে সিক্ত ফিলটার কাগজ সবুজ করিয়া দেয়। সুতরাং নির্গত গ্যাস সালফার ডাই-অক্সাইড। দ্রবণে নীলবর্ণের কপার সালফেট উৎপন্ন হয়। এখানে কপারের সহিত অপরাবিদ্যুৎবাহী সালফেট মূলক যুক্ত হইয়াছে। সুতরাং কপার সালফিউরিক অ্যাসিড দ্বারা কপার সালফেটে জারিত হইয়াছে এবং সালফিউরিক অ্যাসিড নিজে সালফার ডাই-অক্সাইডে বিজারিত হইয়াছে।

$$Cu + 2H_2SO_4 = CuSO_4 + 2H_2O + SO_2$$

(d) (i) একটি টেস্ট-টিউবে চিনি লইয়া উহাতে গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড মিশান হইল। সাদা চিনি কালো কার্বনে পরিণত হয়। চিনির অণু হইতে গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড জলের অণু বাহির করিয়া দিয়াছে।

$$C_{12}H_{22}O_{11} + [H_2SO_4] = 12C + 11H_2O + [H_2SO_4]$$

(ii) একটি টেস্ট টিউবে নীলবর্ণের সোদক কপার সালফেট কেলাস লইয়া উহাতে গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড মিশান হইল। গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডের সংস্পর্শে সোদক স্ফটিক কেলাস-জল হারাইয়া অনার্দ্র কপার সালফেটে (সাদা) পরিণত হয়। $CuSO_4, 5H_2O + [H_2SO_4] = CuSO_4 + 5H_2O + [H_2SO_4]$.

(iii) ফরমিক বা অক্সালিক অ্যাসিড হইতে কার্বন মনোক্সাইডের প্রস্তুতি সালফিউরিক অ্যাসিডের নিরুদন-কার্যের উদাহরণ। 130 নং প্রশ্নোত্তরে দেখ।

(e) (i) একটি টেস্ট-টিউবে সালফিউরিক অ্যাসিডের জলীয় দ্রবণ লইয়া উহাতে

নীল লিটমাস দ্রবণ মিশান হইল; লিটমাসের বর্ণ লাল হয়। সুতরাং ইহা অ্যাসিড-ধর্মী।

(ii) লঘু সালফিউরিক অ্যাসিডের মধ্যে জিংক কিংবা ম্যাগনেসিয়াম কিংবা আয়রন মিশান হইল। বুদ্‌বুদ্ করিয়া হাইড্রোজেন গ্যাস নির্গত হয়, কারণ নির্গত গ্যাস নীলাভ শিখাসহ জ্বলে।

(iii) একটি টেস্ট-টিউবে সোডিয়াম বা ক্যালসিয়াম কার্বনেট লইয়া উহাতে লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড মিশাইলে কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্যাস নির্গত হয়, কারণ এই গ্যাস চুন-জল ঘোলা করে। ইহা ব্যতীত ক্ষারজাতীয় পদার্থ সালফিউরিক অ্যাসিড দ্বারা প্রশমিত হইয়া লবণ ও জল উৎপন্ন করে। ইহা হইতে বুঝা যায় যে সালফিউরিক অ্যাসিড একটি অ্যাসিড।

(d) অ্যাসিড হিসাবে হাইড্রোক্লোরিক ও নাইট্রিক অ্যাসিড সালফিউরিক অ্যাসিড অপেক্ষা অধিকতর শক্তিশালী। কিন্তু সালফিউরিক অ্যাসিড উহাদের অপেক্ষা কম উদ্বায়ী বলিয়া (স্ফুটনাংক 338°C) ক্লোরাইড ও নাইট্রেট লবণ হইতে ইহা যথাক্রমে হাইড্রোক্লোরিক ও নাইট্রিক অ্যাসিড মুক্ত করে। $NaCl+H_2SO_4=NaHSO_4+HCl$; $NaNO_3+H_2SO_4=NaHSO_4+HNO_3$

[152 (a) এবং 99 নং প্রশ্নোত্তরে হাইড্রোক্লোরিক ও নাইট্রিক অ্যাসিডের প্রস্তুতি পরীক্ষারূপে বর্ণনা করিতে পার।

(e) বিন্দুপাতী ফানেল-যুক্ত একটি পাতন ফ্লাস্কে উত্তপ্ত ঝামা-পাথরের উপর গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড ফোঁটা ফোঁটা করিয়া ঢালিলে উহা সালফার ডাই-অক্সাইড, জল ও অক্সিজেনে বিশ্লিষ্ট হয়। $2H_2SO_4=2H_2O+2SO_2+O_2$। উৎপন্ন গ্যাসকে ফ্লাস্কের পার্শ্ব-নল দিয়া পর পর দুইটি U নলের মধ্য দিয়া প্রবাহিত করান হয়। প্রথম U-নলটি শীতল জলে এবং দ্বিতীয়টি হিম-মিশ্রণে বসান থাকে। প্রথম U-নলে যে তরল পদার্থ জমা হয় তাহা জল, কারণ ইহা সাদা অনার্দ্র কপার সালফেটকে নীল করে। জলে হাইড্রোজেন আছে এবং এই জল সালফিউরিক অ্যাসিড বিশ্লিষ্ট হইয়া উৎপন্ন হইয়াছে। দ্বিতীয় U-নলে আরেকটি তরল পদার্থ জমা হয়। এই U-নলের শেষ প্রান্ত দিয়া গ্যাস নির্গত হয় তাহার মধ্যে শিখাহীন জলন্ত কাঠি ধরিলে দপ্ করিয়া জ্বলিয়া উঠে, নাইট্রিক অক্সাইড গ্যাসের সংস্পর্শে ইহা বাদামী বর্ণ ধারণ করে।

সুতরাং এই গ্যাস অক্সিজেন। দ্বিতীয় U-নলে সঞ্চিত তরল পদার্থটির জলীয় দ্রবণ একটি আবদ্ধ নলে লইয়া 150°C তাপমাত্রা পর্যন্ত উত্তপ্ত করা হইল। ইহার পর 168 (a) নং প্রশ্নোত্তর অনুসারে সাল্ফারের অস্তিত্ব প্রমাণ কর।

সুতরাং সালফিউরিক অ্যাসিডে হাইড্রোজেন, সালফার ও অক্সিজেন আছে।

Q. 177. (a) State the principal properties of sulphuric acid, (b) What are its uses ? [H. S. 1961]

[(a) সালফিউরিক অ্যাসিডের প্রধান ধর্মগুলি উল্লেখ কর। (b) ইহার ব্যবহার কি ?]

Ans. (a) (i) বিশুদ্ধ সালফিউরিক অ্যাসিড বর্ণহীন, তৈলাক্ত ভারী (আপেক্ষিক গুরুত্ব 1.8-8) তরল পদার্থ। শতকরা 98.83 ভাগ সালফিউরিক অ্যাসিডের স্ফুটনাংক 338°C।

(ii) উত্তপ্ত ঝামা পাথরের উপর ফেলিলে সালফিউরিক অ্যাসিড বিয়োজিত হইয়া সালফার ডাই-অক্সাইড, অক্সিজেন ও জল উৎপন্ন করে।

$$2H_2SO_4 = 2H_2O + 2SO_2 + O_2$$

(iii) জলের প্রতি সালফিউরিক অ্যাসিডের আসক্তি খুব বেশী। গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডে জল মিশ্রিত করিলে প্রচুর তাপ উদ্ভূত হয়। ইহা জলের সহিত বিভিন্ন সোদক স্ফটিক উৎপন্ন করে : H_2SO_4, H_2O , $H_2SO_4, 2H_2O$; $H_2SO_4, 4H_2O$। অনেক জৈব পদার্থের অণু হইতে গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড জল শোষণ করিয়া উহাকে বিযোজিত করে। চিনির সহিত গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড মিশাইলে চিনির অণু হইতে জল বাহির হয় এবং উহা কার্বনে পরিণত হয়। $C_{12}H_{22}O_{11} + [H_2SO_4] = 12C + 11H_2O + [H_2SO_4]$। ফরমিক অ্যাসিডের সহিত গাঢ় উত্তপ্ত সালফিউরিক অ্যাসিড মিশাইলে কার্বন মনোক্সাইড গ্যাস উৎপন্ন হয়। এখানে সালফিউরিক অ্যাসিড ফরমিক অ্যাসিড হইতে জল শোষণ করে।
$$HCOOH + [H_2SO_4] = CO + H_2O + [H_2SO_4]$$

(vi) সালফিউরিক অ্যাসিড একটি তীব্র দ্বি-ক্ষারীয় অ্যাসিড। ইহার জলীয় দ্রবণ নীল লিটমাস লাল করে। জলীয় দ্রবণে ইহা নিম্নরূপে আয়নিত হয় : $H_2SO_4 \rightleftarrows H^+ + HSO_4^-$; $HSO_4^- \rightleftarrows H^+ + SO_4^{--}$। ক্ষারক পদার্থের সহিত দুই প্রকার

লবণ—অ্যাসিড লবণ ও নর্ম্যাল লবণ—এবং জল উৎপন্ন করে। $H_2SO_4+NaOH = NaHSO_4+H_2O$; $H_2SO_4+2NaOH=Na_2SO_4+2H_2O$। লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড জিংক, ম্যাগনেসিয়াম ইত্যাদি কতকগুলি ধাতুর সহিত ক্রিয়া করিয়া হাইড্রোজেন এবং উহাদের সালফেট লবণ উৎপন্ন করে। $Zn+H_2SO_4=ZnSO_4+H_2$। সাধারণ তাপমাত্রায় কার্বনেট হইতে কার্বন ডাই-অক্সাইড উৎপন্ন করে। $Na_2CO_3+H_2SO_4=CO_2+Na_2SO_4+H_2O$।

(v) অ্যাসিড হিসাবে হাইড্রোক্লোরিক ও নাইট্রিক অ্যাসিড সালফিউরিক অ্যাসিড অপেক্ষা অধিকতর শক্তিশালী। কিন্তু সালফিউরিক অ্যাসিড কম উদ্বায়ী বলিয়া (স্ফুটনাঙ্ক 338 C) ক্লোরাইড ও নাইট্রেট লবণ হইতে ইহা যথাক্রমে হাইড্রোক্লোরিক ও নাইট্রিক অ্যাসিড মুক্ত করে। $NaCl+H_2SO_4=NaHSO_4+HCl$; $NaNO_3+H_2SO_4=NaHSO_4+HNO_3$।

(vi) সালফিউরিক অ্যাসিড একটি জারক দ্রব্য। গাঢ় ও উত্তপ্ত সালফিউরিক অ্যাসিড কার্বনকে কার্বন ডাই-অক্সাইডে, সালফারকে সালফার ডাই-অক্সাইডে জারিত করে এবং এই সঙ্গে নিজে সালফার ডাই-অক্সাইডে বিজারিত হয়। $C+2H_2SO_4 =CO_2+2SO_2+2H_2O$; $S+2H_2SO_4=3SO_2+2H_2O$। ফসফরাসকে ফসফরাস অ্যাসিডে জারিত করে। $3H_2SO_4+2P=2H_3PO_3+3SO_2$। উত্তপ্ত ও গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড কপার, লেড, জিংক ধাতুকে জারিত করিয়া সালফেটে পরিণত করে এবং নিজে বিজারিত হইয়া সালফার ডাই-অক্সাইডে পরিণত হয়।

$$Cu+2H_2SO_4=CuSO_4+2H_2O+SO_2$$
$$Pb+2H_2SO_4=PbSO_4+2H_2O+SO_2$$
$$Zn+2H_2SO_4=ZnSO_4+2H_2O+SO_2$$

পটাসিয়াম ব্রোমাইড ও আয়োডাইডকে জারিত করিয়া ব্রোমিন ও আয়োডিনে পরিণত করে। $2KBr+H_2SO_4=K_2SO_4+2HBr$;
$2HBr+H_2SO_4=Br_2+SO_2+2H_2O$; $2KI+H_2SO_4=K_2SO_4+2HI$; $2HI+H_2SO_4=I_2+SO_2+2H_2O$

(b) **ব্যবহার**—হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড, নাইট্রিক অ্যাসিড, অস্থি-ভস্ম হইতে ফসফরিক অ্যাসিড ইত্যাদি অ্যাসিড, অ্যামোনিয়াম সালফেট, সুপার ফসফেট ইত্যাদি

সার, ফটকিরি, স্টার্চ হইতে গ্লুকোজ, অন্যান্য ধাতুর সালফেট, রঞ্জক, বিস্ফোরক পদার্থ প্রস্তুত করিবার জন্য সালফিউরিক অ্যাসিড ব্যবহৃত হয়। পেট্রোলিয়াম শোধনে, ল্যাবরেটরীতে গ্যাস শুষ্কীকরণে, কার্বন মনোক্সাইড প্রস্তুতিতে, স্টোরেজ ব্যাটারীতে ইহা ব্যবহৃত হয়।

Q. 178. What are alums? How is potash alum or common alum prepared? State its properties and uses.

[H. S. 1971 (Comp); '72]

[অ্যালাম কাহাকে বলে? পটাস অ্যালাম (বা সাধারণ অ্যালাম বা ফটকিরি) কিরূপে প্রস্তুত করা হয়? ইহার ধর্ম ও ব্যবহার বিবৃত কর।]

Ans. **অ্যালাম্**—কোন একযোজী ধাতু বা মূলকের সালফেট এবং কোন ত্রিযোজী ধাতুর সালফেটের দ্বি-ধাতুক লবণকে সাধারণভাবে **অ্যালাম্** বলা হয়। এই দ্বি-ধাতুক সালফেট লবণে 24 অণু কেলাস-জল যুক্ত থাকে। অ্যালাম্ মাত্রেরই আণবিক সংকেত $R_2SO_4, M_2(SO_4)_3, 24H_2O$, যেখানে $R = Na, K, NH_4$ ইত্যাদি একযোজী ধাতু বা মূলক এবং $M = Al, Fe, Cr$ প্রভৃতি ত্রিযোজী ধাতু। যথা,

পটাস বা সাধারণ অ্যালাম্	...	$K_2SO_4, Al_2(SO_4)_3, 24H_2O$
ফেরিক অ্যামোনিয়াম অ্যালাম্	...	$(NH_4)_2SO_4, Fe_2(SO_4)_3, 24H_2O$
ক্রোম অ্যালাম্	...	$K_2SO_4, Cr_2(SO_4)_3, 24H_2O$
অ্যামোনিয়াম অ্যালাম্	...	$(NH_4)_2SO_4, Al_2(SO_4)_3, 24H_2O$

পটাস অ্যালাম্—পটাসিয়াম অ্যালুমিনিয়াম সালফেটের দ্বি-ধাতুক লবণকে সাধারণ অ্যালাম বা ফটকিরি বলে। ইহার আণবিক সংকেত $K_2SO_4, Al_2(SO_4)_3, 24H_2O$।

প্রস্তুতি— a) চূর্ণ বক্সাইট ($Al_2O_3, 2H_2O$)-কে 62% সালফিউরিক অ্যাসিড দ্বারা 100°C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করা হয়। উৎপন্ন পদার্থের মধ্যস্থিত ফেরিক সালফেটকে বেরিয়াম সালফাইড দ্বারা ফেরাস লবণে বিজারিত করা হয়। উপরিস্থিত অ্যালুমিনিয়াম সালফেটের দ্রবণ ফিলটার করিয়া পৃথক করা হয়। এই দ্রবণে অতঃপর সঠিক পরিমাণ পটাসিয়াম সালফেট যোগ করিয়া মিশ্রণটি উত্তপ্ত করিয়া গাঢ় করা হয়। গাঢ় দ্রবণ শীতল করিলে পটাস্ অ্যালাম স্ফটিকাকারে পৃথক হয়।

অথবা, (b) খনিজ অ্যালুনাইট বা অ্যালাম্‌-স্টোন [K_2SO_4, $Al_2(SO_4)_3$, 4 $Al(OH)_3$-কে চূর্ণ করিয়া গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডের সহিত মিশাইয়া 500°—600° সেন্টিগ্রেডে মিশ্রণকে সিদ্ধ করা হয় (digested)। অ্যালুমিনা সালফিউরিক অ্যাসিডে দ্রবীভূত হইয়া অ্যালুমিনিয়াম সালফেটে পরিণত হয়। ফিলটার করিয়া পরিস্রুত ঠাণ্ডা করিয়া উপযুক্ত পরিমাণে পটাসিয়াম সালফেট মিশান হয়। দ্রবণ বাষ্পীভূত করিয়া গাঢ় করিলে অ্যালামের স্ফটিক পৃথক হয়।

ধর্ম—পটাস অ্যালাম বর্ণহীন স্ফটিকাকার পদার্থ, জলে দ্রবণীয়। ইহার জলীয় দ্রবণ অ্যাসিড গুণযুক্ত। ইহা 92°C-এ গলিয়া যায়। 200°C তাপমাত্রায় ইহার সকল কেলাস-জল বাহির হইয়া যায় এবং অনার্দ্র সালফেট (পোড়া অ্যালাম—burnt alum) অবশিষ্ট থাকে।

ব্যবহার—জল বিশুদ্ধিকরণে, সামান্য কাটার রক্ত বন্ধ করিবার জন্য, রঞ্জন শিল্পে রং-বন্ধক (mordant)-রূপে অ্যালাম্‌ ব্যবহৃত হয়।

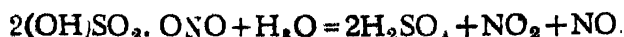
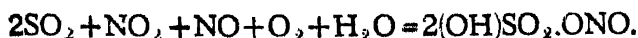
Q 179. Describe briefly the manufacture of sulphuric acid by chamber process. How is chamber acid concentrated ?

[H. S. 1960, '61 (Comp.), '65]

[চেম্বার বা প্রকোষ্ঠ পদ্ধতিতে সালফিউরিক অ্যাসিডের শিল্প-প্রস্তুতি বর্ণনা কর। চেম্বার অ্যাসিড কিরূপে গাঢ় করা হয় ?]

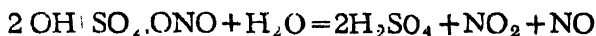
Ans. প্রকোষ্ঠ পদ্ধতি : নীতি—এই পদ্ধতিতে সালফার ডাই-অক্সাইড, বায়ুর অক্সিজেন, নাইট্রোজেন-অক্সাইড ও জলের রাসায়নিক ক্রিয়ায় সালফিউরিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়। জলের উপস্থিতিতে এবং অনুঘটক নাইট্রোজেন-অক্সাইডের সাহায্যে সালফার ডাই-অক্সাইড বায়ুর অক্সিজেন দ্বারা জারিত হয়। প্রথমে নাইট্রোসো সালফিউরিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয় এবং ইহা জল দ্বারা সালফিউরিক অ্যাসিড ও নাইট্রোজেন-অক্সাইডে বিযোজিত হয়। নির্গত নাইট্রোজেন অক্সাইড পুনরায় রাসায়নিক ক্রিয়ায় অংশ গ্রহণ করে।

$$2SO_2 + NO_2 + NO + O_2 + H_2O = 2(OH)SO_2.ONO.$$

$$2(OH)SO_2.ONO + H_2O = 2H_2SO_4 + NO_2 + NO.$$

পদ্ধতি—আয়রন পাইরাইটিস FeS_2 বা মৌলিক সালফার বা জিংক ব্লেণ্ড (ZnS)

চুল্লীতে রাখিয়া বায়ুতে পোড়াইয়া সালফার ডাই-অক্সাইড উৎপন্ন করা হয়। $4FeS_2 + 11O_2 = 2Fe_2O_3 + 8SO_2$; $2ZnS + 3O_2 = 2ZnO + 2SO_2$ । চুল্লী হইতে নির্গত উত্তপ্ত সালফার ডাই-অক্সাইড ও বায়ুর মিশ্রণ কতকগুলি পাত্রে (নাইটার পাত্র) রক্ষিত সোডিয়াম নাইট্রেট ও গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডের উত্তপ্ত মিশ্রণের উপর দিয়া প্রবাহিত করান হয়। সোডিয়াম নাইট্রেট হইতে নাইট্রিক অ্যাসিড বাষ্প নির্গত হয় এবং ইহা উত্তাপে বিযোজিত এবং সালফার ডাই-অক্সাইড দ্বারা বিজারিত হইয়া নাইট্রোজেন-অক্সাইডে পরিণত হয়। $NaNO_3 + H_2SO_4 = NaHSO_4 + HNO_3$ । বর্তমানে অনেক স্থানে অ্যামোনিয়াকে অনুঘটকের সাহায্যে নাইট্রিক-অক্সাইডে জারিত করিয়া উহা ব্যবহার করা হয়।

নাইটার পাত্র হইতে নির্গত গ্যাস মিশ্রণ (SO_2, বায়ু, নাইট্রোজেন অক্সাইড) গ্লোভার স্তম্ভের (Glover tower) নীচ হইতে উপর দিকে উঠিতে থাকে। এই স্তম্ভের উপর হইতে দুইটি পৃথক নল হইতে লঘু চেম্বার অ্যাসিড ও নাইট্রোসো-সালফিউরিক অ্যাসিড দুই ধারায় পড়িতে থাকে। এই অ্যাসিড দুইটিই পরবর্তী প্রকোষ্ঠে উৎপন্ন হয় এবং সেখান হইতে পাম্পের সাহায্যে গ্লোভার স্তম্ভের উপরে ট্যাংকে সঞ্চিত করা হয়। উত্তপ্ত গ্যাস-মিশ্রণের তাপে চেম্বার অ্যাসিডের (60%—70%) জল বাষ্পীভূত হইয়া ইহা 78% সালফিউরিক অ্যাসিডে পরিণত হয় এবং স্তম্ভের নীচে সঞ্চিত হয়। চেম্বার অ্যাসিডের পরিত্যক্ত জলের সহিত নাইট্রোসো-সালফিউরিক অ্যাসিডের ক্রিয়ায় উহার মধ্যে দ্রবীভূত নাইট্রোজেন-অক্সাইড মুক্ত হইয়া যায় এবং উৎপন্ন গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড স্তম্ভের নীচে সঞ্চিত হয়।

$$2\,OH\cdot SO_2\cdot ONO + H_2O = 2H_2SO_4 + NO_2 + NO$$

এইরূপে অনুঘটক নাইট্রোজেন-অক্সাইডের পুনরুদ্ধার করা হয়। ইহা ব্যতীত এই স্তম্ভে সালফার ডাই-অক্সাইড, অক্সিজেন, নাইট্রোজেন-অক্সাইড ও জলের বিক্রিয়ায় কিছু সালফিউরিক অ্যাসিডও উৎপন্ন হয়।

গ্লোভার স্তম্ভ হইতে গ্যাস-মিশ্রণ কতকগুলি লেডের তৈয়ারী প্রকোষ্ঠে প্রবেশ করে এবং উহার উপর হইতে পতিত জলধারার সংস্পর্শে আসে। এখানে সালফার ডাই-অক্সাইড, অক্সিজেন, নাইট্রোজেন অক্সাইড ও জলের রাসায়নিক বিক্রিয়ায় লঘু সালফিউরিক (65%) অ্যাসিড উৎপন্ন হইয়া প্রকোষ্ঠের তলদেশে পাত্রে সঞ্চিত হয়।

ইহাই চেম্বার অ্যাসিড এবং এই অ্যাসিড গাঢ় করিবার জন্য পাম্প করিয়া গ্লোভার স্তম্ভে পাঠান হয়। লেড-প্রকোষ্ঠ হইতে নির্গত গ্যাস গে-লুসাক স্তম্ভে গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড দ্বারা শোষিত হয়। নাইট্রোজেন-অক্সাইড গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডে শোষিত হইয়া নাইট্রোসো-সালফিউরিক অ্যাসিডে পরিণত হয় এবং ইহাকে পাম্পের সাহায্যে গ্লোভার-স্তম্ভে পাঠান হয়। $NO_2+NO+2H_2SO_4=2(OH)SO_2ONO+H_2O$। গ্লোভার স্তম্ভে ইহা হইতে নাইট্রোজেন-অক্সাইড মুক্ত হইয়া পুনরায় রাসায়নিক ক্রিয়ায় অংশ গ্রহণ করে। প্রকোষ্ঠ-পদ্ধতিতে প্রায় 65%—70% সালফিউরিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়।

প্রকোষ্ঠ অ্যাসিডের গাঢ়ীকরণ—সিলিকা নির্মিত বেসিনে অ্যাসিড রাখিয়া তাপ দেওয়া হয় এবং সঙ্গে সঙ্গে উত্তপ্ত বায়ু অ্যাসিডের উপর দিয়া প্রবাহিত করান হয়। জলীয় অংশ বাষ্পীভূত হইয়া ইহা 96% H_2SO_4-এ পরিণত হয়। কাস্ট আয়রন পাত্রে উত্তাপে বাষ্পীভূত করিয়া ইহাকে 99% H_2SO_4-এ পরিণত করা হয়।

Q. 180. Describe briefly the contact process for the manufacture of sulphuric acid.

[H. S. 1960 (Comp.), '63, '66 (Comp.), '71 (Comp.)

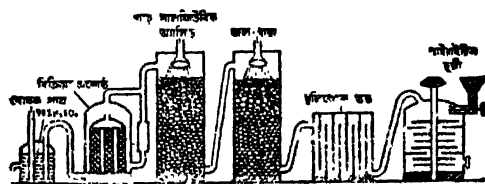
[সংস্পর্শ পদ্ধতির সাহায্যে সালফিউরিক অ্যাসিডের শিল্প প্রস্তুতি বর্ণনা কর।]

Ans. **সংস্পর্শ পদ্ধতি: নীতি**—সূক্ষ্ম প্লাটিনাম চূর্ণাবৃত অ্যাস্‌বেস্‌টস্ (platinised asbestos) অথবা ভ্যানাডিয়াম পেণ্টক্সাইড অনুঘটকের সংস্পর্শে শুষ্ক ও বিশুদ্ধ সালফার ডাই-অক্সাইডকে বায়ুর অক্সিজেন দ্বারা জারিত করিয়া সালফার ট্রাই-অক্সাইডে পরিণত করা হয়। $2SO_2+O_2 \rightleftharpoons 2SO_3+Q$ Calories। উৎপন্ন সালফার ট্রাই-অক্সাইডকে 98% সালফিউরিক অ্যাসিডে শোষিত করিলে উহার মধ্যস্থিত জলের সহিত ক্রিয়া করিয়া উহা সালফিউরিক অ্যাসিড উৎপন্ন করে। $SO_3+H_2O=H_2SO_4$।

সালফার ডাই-অক্সাইডের ট্রাই-অক্সাইডে পরিণতি একটি উভমুখী ও তাপ-মোচী বিক্রিয়া। সুতরাং, কম তাপমাত্রায় সালফার ট্রাই-অক্সাইডের উৎপাদনের পরিমাণ বৃদ্ধি পায় কিন্তু বিক্রিয়ার গতি মন্থর হইয়া পড়ে। অপরপক্ষে, উচ্চ তাপমাত্রায় বিক্রিয়ার গতি দ্রুততর হয় কিন্তু উৎপন্ন ট্রাই-অক্সাইড বিশ্লিষ্ট হইয়া পুনরায় ডাই-

অক্সাইডে পরিণত হয়। সেইজন্য বিক্রিয়াটি একটি উপযোগী তাপমাত্রায়—এখানে 450° সেন্টিগ্রেডে—সম্পন্ন করান হয়। এই তাপমাত্রায় শতকরা প্রায় 98 ভাগ সালফার ট্রাই-অক্সাইড উৎপন্ন হয় এবং বিক্রিয়ার গতিও সন্তোষজনক হয়।

এই পদ্ধতিতে সূক্ষ্ম প্লাটিনাম চূর্ণাবৃত অ্যাসবেস্টস অথবা ভ্যানাডিয়াম পেণ্টক্সাইড অনুঘটকরূপে ব্যবহৃত হয়। ধূলি, অ্যাসিড-বাষ্প, সালফারের গুঁড়া, আর্সেনিয়াস অক্সাইড ইত্যাদির সংস্পর্শে প্লাটিনাম অনুঘটকের কার্যক্ষমতা নষ্ট হইয়া যায়। এইজন্য অনুঘটকের সংস্পর্শে আসিবার পূর্বে গ্যাস-মিশ্রণ উত্তমরূপে বিশুদ্ধ করিয়া লওয়া হয়। ভ্যানাডিয়াম পেণ্টক্সাইড সহজে নিষ্ক্রিয় হয় না এবং ইহা বহুদিন কার্যক্ষম থাকে বলিয়া অনুঘটকরূপে ইহার প্রচলন বৃদ্ধি পাইতেছে। এই বিক্রিয়ায় অক্সিজেনের পরিমাণ সর্বদা অতিরিক্ত রাখা হয়।

পদ্ধতি—পাইরাইটিস্ চুল্লীতে বায়ু-প্রবাহে আয়রন পাইরাইটিস বা মৌলিক সালফার পোড়াইয়া সালফার ডাই-অক্সাইড প্রস্তুত করা হয়। $4FeS_2+11O_2$

53 নং চিত্র—সংস্পর্শ পদ্ধতি

$=2Fe_2O_3+8SO_2$; $S+O_2=SO_2$। গ্যাসীয় মিশ্রণ (প্রায় 8% SO_2, 10% O_2 এবং বাকি N_2) চুল্লী হইতে বাহির হইয়া ধূলিরোধক স্তম্ভে (Dust catcher) প্রবেশ করে। এখানে বৈদ্যুতিক উপায়ে গ্যাস হইতে ভাসমান ধূলিকণা পৃথক করা হয়। অতঃপর গ্যাস-মিশ্রণটিকে একটি কোক-পূর্ণ স্তম্ভের মধ্য দিয়া প্রবাহিত করান হয়। স্তম্ভের উপর হইতে পতিত জলধারার সংস্পর্শে আসিয়া গ্যাস-মিশ্রণের দ্রাব্য অবিশুদ্ধিগুলি জলে দ্রবীভূত হইয়া যায়। ইহার পর আর একটি স্তম্ভে গ্যাস-মিশ্রণকে নিম্নগামী গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডের ধারায় ধৌত করিয়া শুষ্ক করা হয়। এইরূপে

বিশুদ্ধ ও শুষ্ক গ্যাস-মিশ্রণ বিক্রিয়া প্রকোষ্ঠে পাঠান হয়। বিক্রিয়া প্রকোষ্ঠে কতকগুলি লৌহ-নলের মধ্যে অনুঘটককে 450°C তাপমাত্রায় রাখা হয়। অনুঘটকের সংস্পর্শে আসিবার পূর্বে অপেক্ষাকৃত শীতল গ্যাস-মিশ্রণকে অনুঘটক-নলের চারিদিকে প্রবাহিত করাইয়া উত্তপ্ত করা হয়। পরে গ্যাস-মিশ্রণ নলের মধ্যস্থিত অনুঘটকের উপর দিয়া প্রবাহিত হয় এবং সালফার ডাই-অক্সাইড ট্রাই-অক্সাইডে জারিত হয়। বিক্রিয়ায় প্রচুর তাপ উৎপাদিত হয়, এবং শীতল গ্যাসের সহিত তাপ বিনিময় হওয়ায় অনুঘটকের তাপমাত্রা প্রায় 450°C-এ বজায় থাকে। বিক্রিয়া প্রকোষ্ঠ হইতে নির্গত সালফার ট্রাই-অক্সাইড বাষ্পকে অতঃপর 98% সালফিউরিক অ্যাসিড-পূর্ণ শোষক পাত্রে পরিচালিত করা হয়। 98% সালফিউরিক অ্যাসিডের মধ্যস্থিত জলের সহিত সালফার ট্রাই-অক্সাইডের বিক্রিয়ায় সালফিউরিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়। শোষক পাত্রে লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড বা জলপ্রবাহ এরূপে নিয়ন্ত্রিত করা হয় যাহাতে অ্যাসিডের মাত্রা সর্বদা 98% থাকে। জল বা লঘু অ্যাসিড মিশ্রিত না করিলে সালফার ট্রাই-অক্সাইড সালফিউরিক অ্যাসিডে দ্রবীভূত হইয়া ধূমায়মান সালফিউরিক অ্যাসিড বা ওলিয়াম্ (fuming sulphuric acid or oleum) উৎপন্ন করে। ওলিয়ামে উপযুক্ত পরিমাণ জল মিশাইয়া প্রয়োজন অনুযায়ী বিভিন্ন মাত্রার অ্যাসিড তৈয়ারী করা হয়।

Q. 181. (a) Describe the method of preparation of sulphuric acid in the laboratory. How is the acid purified?

Write what you know about three uses of sulphuric acid.

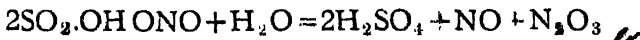
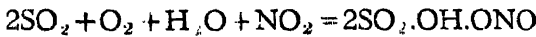
[H. S. 1968]

[ল্যাবরেটরীতে সালফিউরিক অ্যাসিডের প্রস্তুতি বর্ণনা কর। এই অ্যাসিডকে কিরূপে বিশুদ্ধ করা হয়? উহার তিনটি ব্যবহার উল্লেখ কর।]

Ans. **প্রস্তুতি**—একটি শুষ্ক বড় গোলতল ফ্লাস্কের মুখে কর্কের মধ্য দিয়া চারিটি বড় নল প্রবেশ করানো আছে। এই নলগুলির এক প্রান্ত ফ্লাস্কের প্রায় তলা পর্যন্ত প্রবেশ করানো আছে। একটি নল দিয়া শুষ্ক সালফার ডাই-অক্সাইড গ্যাস (কপার ও গাঢ় H_2SO_4 উত্তপ্ত করিয়া উৎপন্ন গ্যাসকে গাঢ় H_2SO_4-এর মধ্য দিয়া প্রবাহিত করিয়া শুষ্ক করা হয়), দ্বিতীয় নলটি দিয়া শুষ্ক নাইট্রিক অক্সাইড গ্যাস (কপার ও নাইট্রিক অ্যাসিডের বিক্রিয়ায় প্রাপ্ত গ্যাসকে গাঢ় H_2SO_4 দ্বারা শুষ্ক করা হয়)

এবং তৃতীয় নলটি দিয়া শুষ্ক অক্সিজেন গ্যাস বড় ফ্লাস্কের মধ্যে পরিচালিত করিবার বন্দোবস্ত আছে। বড় ফ্লাস্কটিতে প্রথমে শুষ্ক অক্সিজেন ও তারপর শুষ্ক নাইট্রিক অক্সাইড চালনা করা হয়। বিক্রিয়ার ফলে নাইট্রোজেনের লাল অক্সাইড উৎপন্ন হয়। অতঃপর ফ্লাস্কের মধ্যে সালফার ডাই-অক্সাইড গ্যাস চালনা করা হয়। কিছু পরে চতুর্থ নলটি দিয়া ফ্লাস্কের মধ্যে জলীয় বাষ্প পরিচালনা করা হয়। বিক্রিয়ার ফলে নাইট্রোসো-সালফিউরিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয় এবং উহা জলীয় বাষ্পের সংস্পর্শে সালফিউরিক অ্যাসিডে পরিণত হয়।

$$2SO_2+O_2+H_2O+NO_2=2SO_2.OH.ONO$$

$$2SO_2.OH\,ONO+H_2O=2H_2SO_4+NO+N_2O_3$$

বিশুদ্ধিকরণ ও অ্যাসিডের ব্যবহার : পৃঃ 404, 400 দেখ।

Q. 181. (b) Compare the chamber and the contact processes for the manufacture of sulphuric acid.

[(b) সালফিউরিক অ্যাসিডের শিল্প-প্রস্তুতির জন্য প্রকোষ্ঠ পদ্ধতি ও সংস্পর্শ পদ্ধতির তুলনা কর।]

(c) What are chamber crystals ?

[(c) "প্রকোষ্ঠ স্ফটিক" কাহাকে বলে ?]

Ans. **তুলনা**

প্রকোষ্ঠ পদ্ধতি	সংস্পর্শ পদ্ধতি
(i) 65%-70% অ্যাসিড পাওয়া যায়। পৃথক ব্যবস্থায় ইহাকে গাঢ় করিতে হয়।	(i) সরাসরি 100% অ্যাসিড ও ধূমায়মান সালফিউরিক অ্যাসিড পাওয়া যায়।
(ii) অ্যাসিড সম্পূর্ণ বিশুদ্ধ হয় না। সুতরাং বিশুদ্ধ অ্যাসিড পাইবার জন্য অতিরিক্ত ব্যবস্থা করিতে হয়।	(ii) বিশুদ্ধ অ্যাসিড উৎপন্ন হয়।
(iii) সালফার ডাই-অক্সাইড কিছুটা অব্যবহৃত থাকে।	(iii) সমস্ত সালফার ডাই-অক্সাইড ব্যবহৃত হয়।
(iv) চুল্লী হইতে নির্গত গ্যাস-মিশ্রণ সরাসরি বিক্রিয়ার জন্য ব্যবহার করা হয়। গ্যাস-মিশ্রণ বিশুদ্ধ করিবার প্রয়োজন হয় না।	(iv) বিক্রিয়ার পূর্বে গ্যাস-মিশ্রণের সম্পূর্ণ বিশুদ্ধিকরণ একান্ত প্রয়োজন।

(c) লেড প্রকোষ্ঠে অপর্যাপ্ত পরিমাণ জল থাকিলে এক প্রকার সাদা স্ফটিকাকার পদার্থ প্রকোষ্ঠের গায়ে জমা হয়। ইহা নাইট্রোসো-সালফিউরিক অ্যাসিড। ইহাকে প্রকোষ্ঠ স্ফটিক (chamber crystals) বলা হয়। SO_2, নাইট্রোজেন-অক্সাইড, অক্সিজেন ও অপর্যাপ্ত জলের ক্রিয়ায় ইহা উৎপন্ন হয়। $2SO_2+NO+NO_2+O_2+H_2O=2OH.SO_2.ONO$। জল মিশাইলে ইহা বিযোজিত হইয়া H_2SO_4 ও নাইট্রোজেন অক্সাইড উৎপন্ন করে।

Q. 182. Describe, with equations, the reaction of hydrogen sulphide with the following substances :—

(i) caustic soda solution, (ii) chlorine water or bromine water or iodine suspended in water, (iii) SO_2 in water, [1965, '66 '67, '70, '72] (iv) conc. sulphuric acid. (v) conc. nitric acid, [1969 (Comp.), '72] (vi) acidified potassium permanganate solution [1966]. (vii) copper sulphate solution, [1969 (Comp.) '71 (Comp.)] (viii) lead nitrate solution [1966] (ix) zinc sulphate solution [1966] (x) water [1969 (Comp.)], (xi) ferric chloride solution (xii) hydrogen peroxide (xiii) $K_2Cr_2O_7$ **solution.**

Ans. (i) হাইড্রোজেন সালফাইড দ্বি-ক্ষারীয় অ্যাসিড। কস্টিক সোডা বা সোডিয়াম হাইড্রক্সাইডের সহিত সোডিয়াম হাইড্রোজেন সালফাইড (অ্যাসিড লবণ) ও সোডিয়াম সালফাইড (নর্মাল লবণ) উৎপন্ন করে। $NaOH+H_2S=NaHS+H_2O$; $2NaOH+H_2S=Na_2S+2H_2O$। (ii) ক্লোরিনকে ইহা হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডে বিজারিত করে এবং হাইড্রোজেন সালফাইড জারিত হইয়া সালফার অধঃক্ষিপ্ত হয়। $H_2S+Cl_2=2HCl+S$। ব্রোমিন বিজারিত হইয়া হাইড্রোব্রোমিক অ্যাসিডে পরিণত হয় এবং হাইড্রোজেন সালফাইড সালফারে জারিত হয়। $H_2S+Br_2=2HBr+S$। আয়োডিন হাইড্রো-আয়োডিক অ্যাসিডে বিজারিত হয় এবং হাইড্রোজেন সালফাইড জারিত হইয়া সালফার অধঃক্ষিপ্ত হয়। $H_2S+I_2=2HI+S$। (iii) হাইড্রোজেন সালফাইড জারিত হইয়া সালফারে পরিণত হয়। $2H_2S+SO_2=2H_2O+3S$। (iv) গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড সালফার ডাই-অক্সাইডে বিজারিত হয় এবং হাইড্রোজেন সালফাইড জারিত হইয়া সালফার অধঃক্ষিপ্ত হয়। $H_2SO_4+H_2S=2H_2O+SO_2+S$। (v) নাইট্রিক

অ্যাসিড বিজারিত হইয়া নাইট্রোজেন ডাই-অক্সাইড উৎপন্ন হয় এবং হাইড্রোজেন সালফাইড জারিত হইয়া সালফার অধঃক্ষিপ্ত হয়। $2HNO_3+H_2S=2H_2O+2NO_2+S$। দ্রবণে কিছুটা সালফিউরিক অ্যাসিডও উৎপন্ন হয়। $H_2S+8HNO_3=4H_2O+8NO_2+H_2SO_4$। (vi) পারম্যাঙ্গানেট দ্রবণ বর্ণহীন হয়। ইহা ম্যাঙ্গানাস লবণে বিজারিত হয় এবং হাইড্রোজেন সালফাইড জারিত হইয়া সালফার অধঃক্ষিপ্ত হয়। $2KMnO_4+3H_2SO_4+5H_2S=K_2SO_4+2MnSO_4+8H_2O+5S$। (vii) কালো কিউপ্রিক সালফাইড অধঃক্ষিপ্ত হয় এবং সালফিউরিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়। $CuSO_4+H_2S=CuS+H_2SO_4$। (viii) কালো লেড সালফাইড অধঃক্ষিপ্ত হয় এবং নাইট্রিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়। $Pb(NO_3)_2+H_2S=PbS+2HNO_3$। (ix) সাদা জিংক সালফাইড অধঃক্ষিপ্ত হয় এবং সালফিউরিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়। $ZnSO_4+H_2S+ZnS=H_2SO_4$। (x) হাইড্রোজেন সালফাইড জলে দ্রবীভূত হইয়া হাইড্রোসালফিউরিক অ্যাসিড উৎপন্ন করে। $H_2S\rightleftharpoons 2H^++S^=$। (xi) দ্রবণে ফেরিক ক্লোরাইড ফেরাস ক্লোরাইডে বিজারিত হয় এবং হাইড্রোজেন সালফাইড জারিত হইয়া সালফার অধঃক্ষিপ্ত হয়। $2FeCl_3+H_2S=2FeCl_2+2HCl+S$। (xii) হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড জলে বিজারিত হয় এবং সালফার অধঃক্ষিপ্ত হয়। $H_2O_2+H_2S=2H_2O+S$। (xiii) অ্যাসিড মিশ্রিত পটাসিয়াম ডাইক্রোমেট দ্রবণকে (হলুদ বর্ণ) বিজারিত করিয়া ক্রোমিক লবণে (সবুজ) পরিণত করে। সালফার অধঃক্ষিপ্ত হয়। $K_2Cr_2O_7+4H_2SO_4+3H_2S=K_2SO_4+Cr_2(SO_4)_3+7H_2O+3S$।

Q. 183. Explain with equations, the changes that take place when sulphur dioxide reacts with the following :—

(i) Na_2CO_3 solution, (ii) caustic soda solution, (1970), (iii) lime water, (iv) ferric chloride solution (1970). (v) a mixture of NO_2 and water vapour, (vi) nitric acid, (vii) chlorine water (1970) or bromine water or iodine suspended in water, (viii) potassium permanganate. (ix) hydrogen sulphide, (x) hydrogen peroxide, (xi) chlorine (xii) Lead dioxide (xiii) $K_2Cr_2O_7$ solution.

Ans. (i) সালফার ডাই-অক্সাইড আম্লিক অক্সাইড। সালফার ডাই-অক্সাইডের সহিত সোডিয়াম কার্বনেট দ্রবণ সোডিয়াম সালফাইট ও জল উৎপন্ন করে এবং অতিরিক্ত SO_2-এর সহিত বিক্রিয়ায় সোডিয়াম বাই-সালফাইট ও জল উৎপন্ন হয়। $Na_2CO_3 + SO_2 = Na_2SO_3 + CO_2$; $Na_2SO_3 + H_2O + SO_2 = 2NaHSO_3$ (ii) কষ্টিক সোডা দ্রবণে SO_2 পরিচালিত করিলে সোডিয়াম সালফাইট উৎপন্ন হয়। অতিরিক্ত SO_2 গ্যাসে সোডিয়াম বাই-সালফাইট উৎপন্ন হয়। $2NaOH + SO_2 = Na_2SO_3 + H_2O$; $Na_2SO_3 + H_2O + SO_2 = 2NaHSO_3$, (iii) অদ্রাব্য ক্যালসিয়াম সালফাইট উৎপন্নের জন্য চুন-জল ঘোলা হয়। অতিরিক্ত SO_2 গ্যাস প্রবাহিত করাইলে দ্রাব্য ক্যালসিয়াম বাই-সালফাইট উৎপন্ন হয় বলিয়া ঘোলাটে চুনজল পরিষ্কার হয়। $Ca(OH)_2 + SO_2 = CaSO_3 + H_2O$; $CaSO_3 + H_2O + SO_2 = Ca(HSO_3)_2$; (iv) ফেরিক ক্লোরাইড বিজারিত হইয়া ফেরাস ক্লোরাইডে পরিণত হয় এবং সালফিউরিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়। $2FeCl_3 + SO_2 + 2H_2O = 2FeCl_2 + 2HCl + H_2SO_4$. (v) সালফার ডাই-অক্সাইড ট্রাই-অক্সাইডে জারিত হয় এবং ইহা জলের সহিত বিক্রিয়া করিয়া সালফিউরিক অ্যাসিড উৎপন্ন করে। $SO_2 + NO_2 + H_2O = H_2SO_4 + NO$ (vi) সালফার ডাই-অক্সাইড সালফিউরিক অ্যাসিডে জারিত হয় এবং নাইট্রিক অ্যাসিড নাইট্রোজেন ডাই-অক্সাইডে বিজারিত হয়। $SO_2 + 2HNO_3 = H_2SO_4 + 2NO_2$। (vii) ক্লোরিন বিজারিত হইয়া হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডে পরিণত হয় এবং সালফার ডাই-অক্সাইড জারিত হইয়া সালফিউরিক অ্যাসিডে পরিণত হয়। $Cl_2 + SO_2 + 2H_2O = H_2SO_4 + 2HCl$। ব্রোমিন বিজারিত হইয়া হাইড্রো-ব্রোমিক অ্যাসিডে পরিণত হয় এবং সালফার ডাই অক্সাইড জারিত হইয়া সালফিউরিক অ্যাসিডে পরিণত হয়। $Br_2 + SO_2 + 2H_2O = H_2SO_4 + 2HBr$। আয়োডিন হাইড্রো আয়োডিক অ্যাসিডে বিজারিত হয় এবং SO_2 সালফিউরিক অ্যাসিডে জারিত হয়। $I_2 + SO_2 + 2H_2O = SO_4 + 2HI$, (viii) পারম্যাঙ্গানেট দ্রবণ বর্ণহীন হয়। ইহা ম্যাঙ্গানাস সালফেটে বিজারিত হয় এবং সালফিউরিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়। $2KMnO_4 + 5SO_2 + 2H_2O = K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 2H_2SO_4$.
(ix) সালফার ডাই-অক্সাইড আর্দ্র হাইড্রোজেন সালফাইডকে সালফারে জারিত

করে। $2H_2S+SO_2=2H_2O+3S$। (x) হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড জলে বিজারিত হয় এবং সালফার ডাই-অক্সাইড জারিত হইয়া সালফিউরিক অ্যাসিডে পরিণত হয়। $H_2O_2+SO_2+H_2O=H_2O+H_2SO_4$ (xi) সূর্যালোকে সালফিউরিল ক্লোরাইড উৎপন্ন হয়। $SO_2+Cl_2=SO_2Cl_2$ (xii) উত্তপ্ত অবস্থায় লেড ডাই-অক্সাইড সাদা লেড সালফেটে পরিণত হয়। $PbO_2+SO_2=PbSO_4$ (xiii) অ্যাসিড মিশ্রিত পটাসিয়াম ডাইক্রোমেট (হলুদ) ক্রোমিক লবণে (সবুজ) বিজারিত হয়। $K_2Cr_2O_7+3SO_2+H_2SO_4=K_2SO_4+Cr_2(SO_4)_3+H_2O$।

Q. 184. Write short notes on :—(a) Sulphide, (b) Sulphate, (c) Sulphite.

[সংক্ষিপ্ত টীকা লিখ :—(a) সালফাইড (b) সালফেট, (c) সালফাইট]

Ans. (a) **সালফাইড**—হাইড্রোজেন সালফাইড বা সালফিউরেটেড হাইড্রোজেনের লবণকে সালফাইড বলে। এই অ্যাসিডে দুইটি প্রতিস্থাপনীয় হাইড্রোজেন পরমাণু আছে। সুতরাং ইহার লবণ দুই প্রকার—শমিত লবণ (normal salt) যথা—সোডিয়াম সালফাইড (Na_2S) এবং অ্যাসিড লবণ যথা—সোডিয়াম হাইড্রোসালফাইড NaHS.

প্রস্তুতি—(i) ধাতু ও সালফার উত্তপ্ত করিয়া সালফাইড প্রস্তুত করা যায়। $Fe+S=FeS$: $Zn+S \rightarrow ZnS$.

(ii) সালফেট লবণকে কোকের (কার্বন) সহিত মিশ্রিত করিয়া উত্তপ্ত করিলে সালফেট বিজারিত হইয়া সালফাইড উৎপন্ন হয়। $Na_2SO_4+4C=Na_2S+4CO$; $BaSO_4+4C=BaS+4CO$.

(iii) ধাতব লবণের দ্রবণে হাইড্রোজেন সালফাইড গ্যাস পরিচালিত করিয়া সালফাইড প্রস্তুত করা যায়। $Pb(NO_3)_2+H_2S=PbS+2HNO_3$.

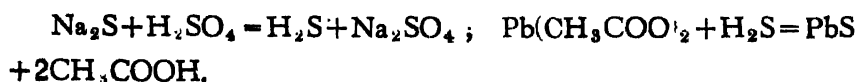
ধর্ম—(i) সোডিয়াম, পটাসিয়াম ধাতুর সালফাইড জলে দ্রাব্য। অ্যালুমিনিয়াম, ক্যালসিয়াম, ম্যাগনেসিয়াম সালফাইডগুলি জলে আর্দ্র-বিশ্লেষিত (hydrolysed)

হয় এবং হাইড্রক্সাইড উৎপন্ন করে। $2CaS+2H_2O=Ca(SH)_2+Ca(OH)_2$; $Al_2S_3+6H_2O=2Al(OH)_3+3H_2S$.

(ii) সালফাইডগুলি (HgS, CuS ইত্যাদি কয়েকটি ব্যতীত) সাধারণ তাপমাত্রায় বা উত্তপ্ত অবস্থায় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের সহিত হাইড্রোজেন সালফাইড গ্যাস নির্গত করে। $CaS+2HCl=CaCl_2+H_2S$.

(iii) বায়ুতে উত্তপ্ত করিলে সালফাইড জারিত হইয়া সালফেট বা অক্সাইডে পরিণত হয়। অতিরিক্ত বায়ুতে সালফেট এবং খুব উচ্চ তাপমাত্রায় অক্সাইড উৎপন্ন হয়। $ZnS+2O_2=ZnSO_4$; $2ZnS+3O_2=2ZnO+2SO_2$.

সালফাইড মূলকের সনাক্তকরণ— i) সালফাইড লবণের সহিত লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড মিশাইলে (এবং প্রয়োজন হইলে উত্তপ্ত করিতে হইবে) পচা ডিমের গন্ধযুক্ত হাইড্রোজেন সালফাইড গ্যাস নির্গত হয়। লেড অ্যাসিটেট দ্রবণে সিক্ত কাগজ এই গ্যাসের মধ্যে ধরিলে কাগজটি কালো হয়—কালো লেড সালফাইড উৎপন্ন হয়।

$Na_2S+H_2SO_4=H_2S+Na_2SO_4$; $Pb(CH_3COO)_2+H_2S=PbS+2CH_3COOH$.

(ii) সালফাইডের জলীয় দ্রবণে সামান্য কষ্টিক সোডা দ্রবণ দিয়া কয়েক ফোঁটা সোডিয়াম নাইট্রোপ্রুসাইড যোগ করিলে দ্রবণের বর্ণ বেগুনী হয়।

$$Na_2S+Na_2[Fe(CN)_5NO]=Na_4[Fe(CN)_5NOS]$$

বেগুনী বর্ণের জটিল লবণ

(iii) সালফাইডের জলীয় দ্রবণে সিলভার নাইট্রেট মিশাইলে সিলভার সালফাইডের কালো অধঃক্ষেপ আসে। গরম নাইট্রিক অ্যাসিডে ইহা দ্রবীভূত হয়। $Na_2S+2AgNO_3=Ag_2S+2NaNO_3$.

(b) **সালফেট**—সালফিউরিক অ্যাসিডের লবণকে সালফেট বলে। সালফিউরিক অ্যাসিড দ্বি-ক্ষারীয় অ্যাসিড। ধাতু বা ধাতুর ন্যায় মূলক দ্বারা একটি হাইড্রোজেন পরমাণু প্রতিস্থাপিত হইয়া যে লবণ উৎপন্ন হয় তাহাকে অ্যাসিড সালফেট বা বাই-সালফেট বলে। অ্যাসিডের দুইটি হাইড্রোজেন প্রতিস্থাপিত হইয়া যে লবণ উৎপন্ন হয় তাহাকে শমিত বা নর্মাল সালফেট বলে। যথা, $NaHSO_4$ (সোডিয়াম বাই-সালফেট

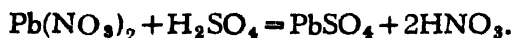
বা অ্যাসিড সোডিয়াম সালফেট বা সোডিয়াম হাইড্রোজেন সালফেট) একটি বাই-সালফেট। K_2SO_4, $CaSO_4$, $FeSO_4$ ইত্যাদি নর্মাল সালফেট।

প্রস্তুতি—(i) জিংক, ম্যাগনেসিয়াম, আয়রন ইত্যাদি ধাতুগুলি লঘু সালফিউরিক অ্যাসিডে দ্রবীভূত করিলে হাইড্রোজেন নির্গত হয় এবং উহাদের সালফেট দ্রবণে থাকে। ইহা ফিলটার করিয়া পরিস্রুত বাষ্পীভূত করিলে সালফেটগুলি কঠিনরূপে পাওয়া যায়। $Fe + H_2SO_4 = FeSO_4 + H_2$; $Zn + H_2SO_4 = ZnSO_4 + H_2$। লেড, সিলভার, কপার ইত্যাদি ধাতুগুলিকে গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডের সহিত উত্তপ্ত করিলে যথাক্রমে উহাদের সালফেট উৎপন্ন হয়। $Pb + 2H_2SO_4 = PbSO_4 + SO_2 + 2H_2O$; $2Ag + 2H_2SO_4 = Ag_2SO_4 + SO_2 + 2H_2O$.

(ii) ধাতুর অক্সাইড, হাইড্রক্সাইড, কার্বনেট, সালফাইড লবণকে সালফিউরিক অ্যাসিডে দ্রবীভূত করিলে ধাতুর সালফেট উৎপন্ন হয়। $Al_2O_3 + 3H_2SO_4 = Al_2(SO_4)_3 + 3H_2O$; $MgCO_3 + H_2SO_4 = MgSO_4 + CO_2 + H_2O$

(iii) ধাতুর সালফাইডকে বায়ুতে উত্তপ্ত করিলে উহা জারিত হইয়া সালফেটে পরিণত হয়। $ZnS + 2O_2 = ZnSO_4$.

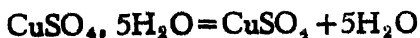
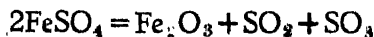
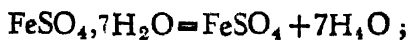
(iv) ধাতব লবণের দ্রবণে লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড বা সোডিয়াম সালফেট মিশাইলে বিপরিবর্ত ক্রিয়ায় অদ্রাব্য সালফেট উৎপন্ন হয়।

$$Pb(NO_3)_2 + H_2SO_4 = PbSO_4 + 2HNO_3.$$

ধর্ম—(i) সালফেটগুলি সাধারণতঃ সাদা, অধিকাংশ সালফেট জলে দ্রাব্য। কিন্তু তুতে ($CuSO_4$, $5H_2O$) নীল, সোদক ফেরাস সালফেট ($FeSO_4$, $7H_2O$) সবুজ বর্ণের কঠিন পদার্থ। লেড সালফেট, বেরিয়াম সালফেট (সাদা) জলে অদ্রাব্য। ক্যালসিয়াম সালফেট জলে সামান্য দ্রাব্য। কতকগুলি সোদক সাদা সালফেটের উদাহরণ—Na_2SO_4, $10H_2O$ (গ্লবার সল্ট), $MgSO_4$, $7H_2O$ (এপ্‌সম সল্ট), $CaSO_4$, $2H_2O$ (জিপ্‌সাম) ইত্যাদি।

(ii) সোদক সালফেটকে উত্তপ্ত করিলে অনার্দ্র লবণে পরিণত হয় এবং অনেক সালফেট তীব্র উত্তাপে বিযোজিত হয়।

$CuSO_4$, $5H_2O = CuSO_4 + 5H_2O$

$FeSO_4,7H_2O = FeSO_4 + 7H_2O$;

$2FeSO_4 = Fe_2O_3 + SO_2 + SO_3$

(iii) সালফেটকে কার্বন সহ উত্তপ্ত করিলে সালফাইডে বিজারিত হয়। $Na_2SO_4 + 4C = Na_2S + 4CO$

সালফেট মূলকের সনাক্তকরণ—(i) সালফেটের জলীয় দ্রবণে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড মিশ্রিত করিয়া উহাতে বেরিয়াম ক্লোরাইড যোগ করিলে বেরিয়াম সালফেটের সাদা অধঃক্ষেপ আসে। $Na_2SO_4 + BaCl_2 = BaSO_4 + 2NaCl$

(c) **সালফাইট**—সালফার ডাই-অক্সাইড জলে দ্রবীভূত হইয়া অস্থায়ী প্রকৃতির সালফিউরাস অ্যাসিড উৎপন্ন করে। $SO_2 + H_2O = H_2SO_3$। অ্যাসিড অস্থায়ী হইলেও ইহার লবণগুলি স্থায়ী প্রকৃতির। সালফিউরাস অ্যাসিডের লবণকে সালফাইট বলে। অ্যাসিডটি দ্বি-ক্ষারীয় বলিয়া ইহা অ্যাসিড লবণ বা বাই-লবণ যথা, $NaHSO_3$, এবং শমিত লবণ, যথা—Na_2SO_4. এই দুই প্রকার লবণ উৎপন্ন করে।

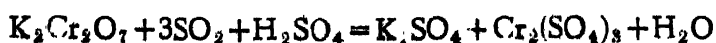
প্রস্তুতি—(i) সোডিয়াম বা পটাসিয়ামের হাইড্রক্সাইড বা কার্বনেটের জলীয় দ্রবণে সালফার ডাই-অক্সাইড পরিচালিত করিলে উহাদের সালফাইট লবণ উৎপন্ন হয়। $2NaOH + SO_2 = Na_2SO_3 + H_2O$; $Na_2SO_3 + H_2O + SO_2 = 2NaHSO_3$; $Na_2CO_3 + H_2O + 2SO_2 = 2NaHSO_3 + CO_2$

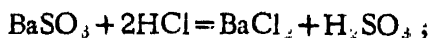
(ii) অদ্রাব্য সালফাইড বিপরিবর্ত ক্রিয়ায় প্রস্তুত করা যায়।

$CaCl_2 + Na_2SO_3 = CaSO_3 + 2NaCl.$

ধর্ম—(i) সোডিয়াম, পটাসিয়াম সালফাইট জলে দ্রাব্য; অন্যান্য সালফাইট অদ্রাব্য (ii) সালফাইট লবণগুলি বিজারক দ্রব্য। ক্লোরিন, ব্রোমিন, আয়োডিন, পটাসিয়াম পারম্যাঙ্গানেট ইত্যাদিকে বিজারিত করে এবং নিজে সালফেটে জারিত হয়।

সালফাইট মূলকের সনাক্তকরণ—(i) কঠিন সালফাইট লবণে লঘু সালফিউরিক বা হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড মিশাইলে জলন্ত গন্ধকের গন্ধযুক্ত গ্যাস নির্গত হয়। $Na_2SO_3 + H_2SO_4 = Na_2SO_4 + H_2O + SO_2$। নির্গত গ্যাস পটাসিয়াম পারম্যাঙ্গানেট দ্রবণ বর্ণহীন করে এবং পটাসিয়াম ডাইক্রোমেট দ্রবণ সবুজ করে। $2KMnO_4 + 5SO_2 + 2H_2O = K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 2H_2SO_4$

$K_2Cr_2O_7 + 3SO_2 + H_2SO_4 = K_2SO_4 + Cr_2(SO_4)_3 + H_2O$

(ii) সালফাইটের জলীয় দ্রবণে বেরিয়াম ক্লোরাইড দ্রবণ মিশাইলে সাদা বেরিয়াম সালফাইট অধঃক্ষিপ্ত হয়। $Na_2SO_3+BaCl_2=2NaCl+BaSO_3$। উহাতে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড মিশাইলে দ্রবীভূত হয়। এই দ্রবণে ব্রোমিন জল মিশাইয়া সামান্য গরম করিলে আবার সাদা অধঃক্ষেপ আসে। সালফাইট ব্রোমিন দ্বারা সালফেটে জারিত হয় এবং এই সালফেট বেরিয়াম ক্লোরাইডের সহিত সাদা অধঃক্ষেপ দেয়।

$$BaSO_3+2HCl=BaCl_2+H_2SO_3;$$
$$H_2SO_3+Br_2+2H_2O=2HBr+H_2SO_4$$

Q: 185. (a) How would you detect the following acid radicals in their sodium salts?

Sulphide [H. S. 1968, '71 (Comp.)]; Sulphate [H. S. 1968, '70, '70 (Comp.) '72]; Sulphite [H. S. 1970 (Comp.), '71 (Comp.]

(b) Both carbon dioxide and sulphur dioxide turn lime water milky. How would you detect carbonate in presence of sulphite?

[(a) সালফাইড, সালফেট ও সালফাইট অ্যাসিড মূলক তিনটি উহাদের সোডিয়াম লবণরূপে আছে। কিরূপে সনাক্ত করিবে? (b) কার্বন ডাই-অক্সাইড ও সালফার ডাই-অক্সাইড উভয় গ্যাসই চুন-জল ঘোলা করে। সালফাইটের সহিত কার্বনেট মিশ্রিত থাকিলে কিরূপে কার্বনেট সনাক্ত করিবে?]

Ans. (a) 184নং প্রশ্নোত্তরে সালফাইড, সালফেট ও সালফাইটের সনাক্তকরণ দেখ।

(b) কার্বনেট ও সালফাইটের মিশ্রণে লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড মিশাইলে CO_2 ও SO_2 গ্যাস নির্গত হয়। নির্গত গ্যাস দুইটিই চুন-জল ঘোলা করে। সালফাইটের উপস্থিতিতে কার্বনেটের পরীক্ষার জন্য লবণের মিশ্রণ টেস্ট-টিউবে লইয়া উহাতে পটাসিয়াম ডাই-ক্রোমেট দ্রবণ মিশান হয়। তারপর উহাতে অ্যাসিড মিশাইলে নির্গত SO_2 ডাই-ক্রোমেটকে বিজারিত করে এবং দ্রবণের বর্ণ সবুজ হয়। কিন্তু CO_2 অপরিবর্তিত অবস্থায় বাহির হইয়া চুন জলের সহিত বিক্রিয়া করিয়া উহাকে ঘোলা করে।

Additional Questions with hints on answers

CHAPTER XVI

1 **Sulphur dioxide is said to be a reducing agent. Is it true? Give examples. In what reaction does sulphur dioxide behave as an oxidising agent?**

[**Ans.** 168 (c) ও 166 (b) নং প্রশ্নোত্তরের (v) অংশ দেখ।]

2. **Sulphuric acid is said to act as an acid, an oxidising agent, and a dehydrating agent. Illustrate the truth of this statement.**

[**Ans.** 176নং প্রশ্নোত্তর দেখ।]

3. **What happens when the supply of water in lead chambers (in H_2SO_4 manufacture) is insufficient?**

[**Ans.** 181 (a) নং প্রশ্নোত্তর দেখ।]

4. **Give the names and formulae of two gases which possess bleaching properties, and account for their bleaching action.**
Describe the preparation and collection of one of these gases in the laboratory, and give two examples (with equations) of its oxidising or reducing property, as the case may be. (H. S 1964)

[**Hints.** ক্লোরিন (Cl_2) এবং সালফার ডাই-অক্সাইড (SO_2), 156 নং এবং 166 নং প্রশ্নোত্তর দেখ।]

5. **How would you experimentally show that sulphuric acid is a dehydrating agent? Write the general formula of an alum. What is common alum?**
[H. S. 1960 (Comp.)]

[**Ans.** 176 (b), 178নং প্রশ্নোত্তর দেখ।]

6. **Mention two gases for which sulphuric acid is unsuitable as a drying agent and state the reason.**

[**Ans** অ্যামোনিয়া ও হাইড্রোজেন সালফাইড। 225 এবং 391 পৃষ্ঠা দেখ।]

7. **Name four substances for drying gases. State which are suitable and which are unsuitable for drying (i) ammonia, (ii) hydrogen chloride, (iii) carbon dioxide, (iv) hydrogen sulphide giving reasons for each case.** [H. S. 1967]

[**Ans.** চারিটি শুষ্কীকারকের নাম গাঢ় H_2SO_4, চুন, গলিত $CaCl_2$ এবং P_2O_5। [Q. 92 (c) 152 (a), 122 (a) এবং 171 (a) প্রশ্নোত্তর দেখ।]

8. **What is the action of sulphuric acid on the following substances? Give equations and name the products in each case—**
carbon, sulphur, zinc, copper, sodium chloride, sodium oxalate.

9. **Explain how you would distinguish between (i) a soluble sulphate and sulphide, (ii) chlorine and sulphur dioxide.**

[158 (a), 169 (b), 185 নং প্রশ্নোত্তর দেখ।]

10. Hydrogen sulphide contains its own volume of hydrogen, and its relative density is 17. What is its molecular formula ?

[Hints ; 147নং প্রশ্নোত্তর দেখ।]

11. State the conditions for the oxidation of SO_2 to SO_3 on a large scale.

[H. S. 1966 (Comp.)]

[Ans. 183নং প্রশ্নোত্তরের নীতি দেখ]

12. You are supplied with two test tubes containing sodium sulphide and sodium sulphite respectively. Describe two experiments for each of these to establish their identity. [H. S. 1971 (Comp.) (Q. 184 (a), (c)]

13. Explain what happens when the gas evolved on treatment of sodium sulphite with dil. sulphuric acid is passed over a paper soaked in acidified dichromate solution. Give equations. [H. S. 1972]

[Q. 184 (c) প্রশ্নোত্তরে সালফাইট মূলকের সনাক্তকরণ দেখ]

CHAPTER XVII

Equivalent weight and atomic weight

Q. 186. (a) Why is oxygen now-a-days taken as a standard in determining atomic weights ?

[পারমাণবিক ওজন নির্ণয়ে বর্তমানে অক্সিজেনকে প্রমাণ-বস্তু রূপে ধরা হয় কেন ?]

(b) Define—(i) atomic weight

[H. S. 1262, '63 (Comp., '65, '66, '71 (Comp.), 1972]

(ii) molecular weight, [H. S. 1963]

(iii) gram atomic weight or gram atom,

(iv) gram molecular weight or gram molecule or gram mole or mole. [H S. 1963]

[সংজ্ঞা লিখ :—(i) পারমাণবিক ওজন, (ii) আণবিক ওজন, (iii) গ্রাম-পারমাণবিক ওজন বা গ্রাম-পরমাণু, (iv) গ্রাম আণবিক ওজন বা গ্রাম-অণু]

Ans. (a) সাধারণভাবে লঘুতম মৌল হাইড্রোজেনের পরমাণুকে একক ওজন-সম্পন্ন ধরিয়া পারমাণবিক ও আণবিক ওজন নির্ণয় করা হয়। কিন্তু সূক্ষ্ম হিসাবের

জন্য বর্তমানে অক্সিজেনের ওজনকে 16 ধরিয়া সেই অনুপাতে পারমাণবিক ওজন প্রকাশ করা হয়। ইহার কারণ নিম্নরূপ :—

(i) মৌলিক পদার্থগুলি হাইড্রোজেন অপেক্ষা অক্সিজেনের সহিত সহজে যুক্ত হয় এবং উহাদের অক্সিজেন-যৌগকের সংখ্যা হাইড্রোজেন-যৌগিকের সংখ্যা অপেক্ষা বেশী।

(ii) হাইড্রোজেন লঘুতম মৌল বলিয়া ইহার সাহায্য পরিমাপ করিতে পরীক্ষার ফলে ত্রুটি থাকিবার সম্ভাবনা, কিন্তু অক্সিজেনের বেলায় এইরূপ ত্রুটি অনেক কম হয়।

(iii) হাইড্রোজেন $=1$ ধরিযা হিসাব করিলে বিভিন্ন পারমাণবিক ওজনগুলি প্রায়ই পূর্ণসংখ্যা হয় না, কিন্তু অক্সিজেন $=16$, এই হিসাবে উহারা প্রায়ই পূর্ণসংখ্যা হয়।

(b) (i) **পারমাণবিক ওজন**—কোন মৌলিক পদার্থের একটি পরমাণু অক্সিজেনের পরমাণুর $\frac{1}{16}$ অংশের তুলনায় যতগুণ ভারী সেই সংখ্যাটিকে মৌলিক পদার্থের পারমাণবিক ওজন বলে।

সুতরাং, পারমাণবিক ওজন

$$= \frac{\text{মৌলের একটি পরমাণুর ওজন}}{\text{অক্সিজেনের একটি পরমাণুর ওজনের } \frac{1}{16} \text{ অংশ}}$$

সুতরাং, পারমাণবিক ওজন একটি সংখ্যামাত্র। ক্লোরিনের পারমাণবিক ওজন 35·457, ইহার অর্থ—একটি ক্লোরিন পরমাণুর ওজন অক্সিজেনের পরমাণুর ওজনের $\frac{1}{16}$ অংশ অপেক্ষা 35·457 গুণ ভারী।

$$\text{ক্লোরিন পরমাণুর ওজন} = 35{\cdot}457 \times \frac{\text{অক্সিজেন পরমাণুর ওজন}}{16}$$

(ii) **আণবিক ওজন**—কোন পদার্থের একটি অণু অক্সিজেনের পরমাণুর $\frac{1}{16}$ অংশ অপেক্ষা যতগুণ ভারী সেই সংখ্যাকে পদার্থের আণবিক ওজন বলে। সুতরাং

$$\text{আণবিক ওজন} = \frac{\text{পদার্থের একটি অণুর ওজন}}{\text{অক্সিজেনের একটি পরমাণুর ওজনের } \frac{1}{16} \text{ অংশ}}$$

ক্লোরিনের আণবিক ওজন 70·914 ; ইহার অর্থ—

একটি ক্লোরিনের অণু অক্সিজেন পরমাণুর ওজনের $\frac{1}{16}$ অংশ অপেক্ষা 70·914 গুণ ভারী।

পদার্থের আণবিক ওজন উহার গঠনকারী মৌলের পারমাণবিক ওজনের সমষ্টি। যথা, দুইটি ক্লোরিন পরমাণু লইয়া ক্লোরিন অণু গঠিত। সুতরাং, ক্লোরিনের আণবিক ওজন $= 2 \times 35·457 = 70·914$। এইরূপ সালফিউরিক অ্যাসিডের (H_2SO_4) আণবিক ওজন $= 2 \times 1·008 + 1 \times 32·066 + 4 \times 16 = 98·082$.

(iii) **গ্রাম পারমাণবিক ওজন** বা **গ্রাম-পরমাণু**—প্রথমে পারমাণবিক ওজনের সংজ্ঞা লিখ। পারমাণবিক ওজনকে গ্রামে প্রকাশিত করিলে তাহাকে গ্রাম-পারমাণবিক ওজন বা গ্রাম-পরমাণু বলে। ক্লোরিনের গ্রাম-পরমাণু = 35·457 গ্রাম, ম্যাগনেসিয়ামের গ্রাম-পরমাণু = 24·32 গ্রাম।

(iv) **গ্রাম-আণবিক ওজন** বা **গ্রাম-অণু**—প্রথমে আণবিক ওজনের সংজ্ঞা লিখ। আণবিক ওজনকে গ্রামে প্রকাশিত করিলে তাহাকে গ্রাম-আণবিক ওজন বা গ্রাম-অণু বলে। ক্লোরিনের 1 গ্রাম-অণু = 70·914 গ্রাম ; কার্বন ডাই-অক্সাইডের গ্রাম-অণু = 44 গ্রাম ; সালফিউরিক অ্যাসিডের গ্রাম-অণু = 98·082 গ্রাম।

Q. 187. (a) Define the following terms :—

(i) equivalent weight (or chemical equivalent) of an element.

[H. S. 1960 ; '62 ; '64, '65 (Comp.) ; '66, '68 (Comp.), '69, '70, '72]

(ii) gram-equivalent,

(b) "The equivalent weight of an element may vary".—Discuss.

[(a) সংজ্ঞা লিখ—(i) মৌলের তুল্যাংকভার বা রাসায়নিক তুল্যাংক, (ii) গ্রাম তুল্যাংক। (b) আলোচনা কর—"মৌলিক পদার্থের তুল্যাংকভার পরিবর্তনশীল"।]

Ans. (a) (i) **মৌলের তুল্যাংকভার**—কোন মৌলের যত ভাগ ওজন 8 ভাগ ওজনের অক্সিজেন, 1·008 ভাগ ওজনের হাইড্রোজেন বা 35·46 ভাগ ওজনের ক্লোরিনের সহিত সংযুক্ত হয় অথবা কোন যৌগিক পদার্থ হইতে প্রতিস্থাপিত করে, তত ভাগ ওজনের সংখ্যাটিকে ঐ মৌলের তুল্যাংকভার বা রাসায়নিক তুল্যাংক বলে।

তুল্যাংকভার একটি সংখ্যা মাত্র—ইহার কোন একক নাই। উদাহরণ—(i) MgO-এ 24·32 ভাগ ওজনের ম্যাগনেসিয়াম যুক্ত থাকে 16 ভাগ ওজনের অক্সিজেনের সহিত, অর্থাৎ 12·16 ভাগ ওজনের ম্যাগনেসিয়াম যুক্ত থাকে 8 ভাগ ওজনের অক্সিজেনের সহিত। সুতরাং ম্যাগনেসিয়ামের তুল্যাংকভার 12·16। (ii) $Zn+2HCl=ZnCl_2+H_2$. এই সমীকরণ অনুসারে HCl হইতে 2·016 ভাগ ওজনের হাইড্রোজেন প্রতিস্থাপিত হয় 65·38 ভাগ ওজনের জিংক দ্বারা অর্থাৎ 1·008 ভাগ ওজনের হাইড্রোজেন প্রতিস্থাপিত হয় $\frac{65·38 \times 1·008}{2·016}$ বা 32·69 ভাগ ওজনের জিংক দ্বারা। সুতরাং, জিংকের তুল্যাংকভার 32·69।

(ii) [প্রথমে তুল্যাংকভার-এর সংজ্ঞা লিখ।] তুল্যাংকভার গ্রামে প্রকাশ করিলে তাহাকে গ্রাম-তুল্যাংক বলে। MgO-এ 12·16 গ্রাম ম্যাগনেসিয়াম যুক্ত আছে 8 গ্রাম অক্সিজেনের সহিত। সুতরাং Mg-এর গ্রাম-তুল্যাংক = 12·16 গ্রাম। 1·008 গ্রাম হাইড্রোজেন অ্যাসিড হইতে প্রতিস্থাপিত হয় 32·69 গ্রাম জিংক দ্বারা। সুতরাং, জিংকের গ্রাম-তুল্যাংক = 32·69 গ্রাম।

(b) কোন মৌল যখন অপর একটি মৌলের সহিত যুক্ত হইয়া একাধিক যৌগ উৎপন্ন করে তখন মৌলের তুল্যাংকভার বিভিন্ন হয়। যথা, আয়রন অক্সিজেনের সহিত ফেরাস অক্সাইড (FeO) ও ফেরিক অক্সাইড (Fe_2O_3) যৌগ দুইটি উৎপন্ন করে। ফেরাস অক্সাইডে 8 ভাগ ওজনের অক্সিজেন যুক্ত আছে 27·925 ভাগ ওজনের আয়রনের সহিত, এবং ফেরিক অক্সাইডে 8 ভাগ ওজনের অক্সিজেন যুক্ত আছে 18·616 ভাগ ওজনের আয়রনের সহিত (Fe = 55·85)। সুতরাং, ফেরাস অক্সাইডে আয়রনের তুল্যাংকভার 27·925 এবং ফেরিক অক্সাইডে উহার তুল্যাংকভার 18·616। আবার, পারমাণবিক ওজন = তুল্যাংকভার × যোজ্যতা, এই সম্পর্ক হইতেও ইহা দেখান যায়। মৌলের যোজ্যতা পরিবর্তনশীল এবং পারমাণবিক ওজন নির্দিষ্ট, সুতরাং, তুল্যাংকভার মৌলের যোজ্যতার সহিত পরিবর্তিত হয়। কিউপ্রাস ক্লোরাইডে কপারের যোজ্যতা 1; সুতরাং এখানে কপারের তুল্যাংকভার = কপারের পারমাণবিক ওজন ÷ যোজ্যতা = 63·54 ÷ 1 = 63·54। আবার, কিউপ্রিক ক্লোরাইডে কপারের যোজ্যতা 2; সুতরাং এখানে কপারের তুল্যাংকভার = 63·54 ÷ 2 = 31·77।

Q. 188. (a) How is the equivalent weight of an element related to its atomic weight? [H. S. 1966, '68 (Comp.) '69, '70] **Deduce the relationship between them,** [H. S. 1972]. **State with illustrations the condition when they have the same value or they have different values.** [cf. H. S. 1963]

[একটি মৌলের তুল্যাংকভার এবং উহার পারমাণবিক ওজনের মধ্যে সম্পর্ক কি? উহাদের সম্পর্ক নির্ণয় কর। কি অবস্থায় উহাদের মান একই কিংবা বিভিন্ন হয় তাহা উদাহরণ সহ বল।]

(b) State and illustrate the law of equivalent proportions.

[তুল্যাংকভার সূত্রটি উদাহরণ সহ বিবৃত কর]

Ans. (a) একটি মৌলের তুল্যাংকভার ও উহার পারমাণবিক ওজনের মধ্যে নিম্নরূপ সম্পর্ক আছে।

মৌলের পারমাণবিক ওজন = উহার তুল্যাংকভার × উহার যোজ্যতা।

মনে করা হইল, একটি মৌলের পারমাণবিক ওজন = a, উহার তুল্যাংকভার = e এবং যোজ্যতা = v। সুতরাং যোজ্যতার সংজ্ঞানুসারে,

v পরমাণু হাইড্রোজেন যুক্ত হয় মৌলের 1 পরমাণুর সহিত,

∴ v × 1·008 ভাগ ওজনের হাইড্রোজেন যুক্ত হয় মৌলের a ভাগ ওজনের সহিত,

∴ 1·008 ভাগ ওজনের হাইড্রোজেন যুক্ত হয় মৌলের $\frac{a}{v}$ ভাগ ওজনের সহিত।

1·008 ভাগ ওজনের হাইড্রোজেনের সহিত মৌলের যত ভাগ ওজন যুক্ত হয় তাহাই মৌলের তুল্যাংকভার। সুতরাং, $\frac{a}{v} = e$, বা $a = e \times v$।

অর্থাৎ পারমাণবিক ওজন = তুল্যাংকভার × যোজ্যতা।

এই সম্পর্ক হইতে দেখা যায় যে, মৌলের যোজ্যতা 1 হইলে উহার তুল্যাংকভার ও পারমাণবিক ওজনের মান একই। যথা, সোডিয়ামের তুল্যাংকভার 23 এবং উহার পারমাণবিক ওজন 23 × 1 বা 23। পটাসিয়ামের তুল্যাংকভার ও পারমাণবিক ওজন 39·1; ব্রোমিনের 79·9; কারণ সোডিয়াম, পটাসিয়াম, ব্রোমিন একযোজী

মৌল। অন্যান্য মৌলের ক্ষেত্রে পারমাণবিক ওজন উহার তুল্যাংকভারের সরল গুণিতক, কারণ মৌলের যোজ্যতা সর্বদাই সরল পূর্ণসংখ্যা। যথা—ক্যালসিয়ামের তুল্যাংকভার 20·04, সুতরাং উহার পারমাণবিক ওজন 20·04×2 বা 40·08, কারণ ক্যালসিয়ামের যোজ্যতা দুই। ফেরাস যৌগে আয়রনের যোজ্যতা 2 এবং তুল্যাংকভার 27·925। সুতরাং আয়রনের পারমাণবিক ওজন = 2×27·925 বা 55·85। ফেরিক যৌগে আয়রনের যোজ্যতা 3 এবং তুল্যাংকভার 18·616, সুতরাং আয়রনের পারমাণবিক ওজন 3×18·616 = 55·848 বা 55·85।

* (b) **তুল্যাংকভার সূত্র**—মৌলিক পদার্থগুলি উহাদের তুল্যাংকভারের অনুপাতে কিংবা তুল্যাংকভারের গুণিতক অনুপাতে যুক্ত হইয়া যৌগিক পদার্থ উৎপন্ন করে। *

উদাহরণ :—

যৌগিক পদার্থ	উপাদানের ওজনের অনুপাত	উপাদানের তুল্যাংকভার
পটাসিয়াম ক্লোরাইড (KCl)	K : Cl = 39·1 : 35·46	K = 39·1 Cl = 35·46
ক্যালসিয়াম অক্সাইড (CaO)	Ca : O = 40·08 : 16	Ca = 22·04 O = 8
জল (H_2O)	H : O = 2 : 16	H = 1, O = 8
সোডিয়াম হাইড্রাইড (NaH)	Na : H = 23 : 1	Na = 23, H = 1

Q. 189. Describe an experiment for determining the equivalent weight of (a) oxygen, [H. S. 1962] and (b) carbon.

[H. S. 1962, '68, '69 (Comp.)]

[(a) অক্সিজেন, ও (b) কার্বনের তুল্যাংকভার নির্ণয় করিবার পরীক্ষা বর্ণনা কর।]

Ans. (a) **অক্সিজেনের তুল্যাংকভার নির্ণয় : নীতি**—69নং প্রশ্নোত্তরের নীতি লিখিয়া উহার সহিত নিম্নলিখিত অংশ যোগ কর : 1·008 ভাগ ওজনের

হাইড্রোজেনের সহিত যতভাগ ওজনের অক্সিজেন যুক্ত হয় তাহাই অক্সিজেনের তুল্যাংকভার।

পরীক্ষা ও ফল—69নং প্রশ্নোত্তরের পরীক্ষা ও ফল দেখ (পৃষ্ঠা 127)।

গণনা—69নং প্রশ্নোত্তরের গণনার শেষ লাইনের পরিবর্তে নিম্ন অংশ লিখ—

$\therefore$ 1·008 গ্রাম হাইড্রোজেন যুক্ত হয় $\frac{(a-c)\times 1{\cdot}008}{(d-b)-(a-c)}$ গ্রাম অক্সিজেনের সহিত। সুতরাং, অক্সিজেনের তুল্যাংকভার $=\frac{(a-c)\times 1{\cdot}008}{(d-b)-(a-c)}$।

(b) **কার্বনের তুল্যাংকভার নির্ণয়ঃ নীতি**—126নং প্রশ্নোত্তরের নীতি লিখিয়া উহার পরে নিম্ন অংশ যোগ কর—8 ভাগ ওজনের অক্সিজেনের সহিত যতভাগ ওজনের কার্বন যুক্ত হয়, তাহাই কার্বনের তুল্যাংকভার।

পরীক্ষা ও ফল—126নং প্রশ্নোত্তরের পরীক্ষা ও ফল দেখ।

গণনা—কার্বনের ওজন $=(a-b)$ গ্রাম ; উৎপন্ন কার্বন ডাই-অক্সাইডের ওজন $=(d-c)$ গ্রাম। সুতরাং কার্বনের সহিত যুক্ত অক্সিজেনের ওজন $=(d-c)-(a-b)$ গ্রাম।

সুতরাং 8 গ্রাম অক্সিজেনের সহিত যুক্ত কার্বনের ওজন $=\frac{(a-b)\times 8}{(d-c)-(a-b)}$ গ্রাম।

$\therefore$ কার্বনের তুল্যাংকভার $=\frac{(a-b)\times 8}{(d-c)-(a-b)}$

Q. 190. Describe an experiment for the determination of equivalent weight of zinc by displacement of hydrogen from an acid. Indicate the method of calculations from experimental data. [H. S. 1961 ; cf. 1965 ; '67 (Comp.)]

[অ্যাসিড হইতে হাইড্রোজেন প্রতিস্থাপন প্রণালীতে জিংকের তুল্যাংকভার নির্ণয় করিবার জন্য একটি পরীক্ষা বর্ণনা কর। পরীক্ষার ফল হইতে কিরূপে গণনা করা হয় তাহা দেখাও।]

Ans. নীতি—নির্দিষ্ট ওজনের জিংকের সহিত অ্যাসিডের বিক্রিয়ার দ্বারা নির্গত হাইড্রোজেনের আয়তন হইতে উহার ওজন নির্ণয় করা হয়। অ্যাসিড হইতে 1·008

ভাগ ওজনের হাইড্রোজেন প্রতিস্থাপিত করিতে যত ভাগ ওজনের জিংক লাগে তত ভাগ ওজন সংখ্যাই জিংকের তুল্যাংকভার।

$$Zn + H_2SO_4 = ZnSO_4 + H_2$$

পদ্ধতি—একটি ওয়াচ্-গ্লাসে নির্দিষ্ট ওজনের বিশুদ্ধ জিংক লইয়া উহা একটি বীকারে রাখিয়া একটি ফানেল উপুড় করিয়া ওয়াচ্-গ্লাসটি ঢাকিয়া দেওয়া হয়। বীকারে জল ঢালিয়া ফানেলের নলটি সম্পূর্ণ ডুবাইয়া দেওয়া হয়। এক মুখ বন্ধ একটি অংশাংকিত নল জলে পূর্ণ করিয়া ফানেলের উপর উপুড় করিয়া বসান হয়। এখন বীকারের জলে সামান্য গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড মিশাইয়া নাড়িয়া দেওয়া হয়। বীকারে কয়েক ফোঁটা কপার সালফেট দ্রবণ মিশান হয়। অ্যাসিড জিংকের সংস্পর্শে আসিলে হাইড্রোজেন গ্যাস উৎপন্ন হয়। উৎপন্ন হাইড্রোজেন বুদ্‌বুদের আকারে অংশাঙ্কিত নলের জল অপসারিত করিয়া উহার মধ্যে সঞ্চিত হয়। অ্যাসিডে সমস্ত জিংক দ্রবীভূত হইলে (প্রয়োজন হইলে আরও অ্যাসিড মিশাইতে হয়) এবং হাইড্রোজেনের বুদ্‌বুদন বন্ধ হইলে, অংশাঙ্কিত নলের খোলা মুখ জলের নীচেই বন্ধ করিয়া উহা তুলিয়া একটি জলপূর্ণ বড় জারের মধ্যে রাখা হয়। নলের ভিতরের ও বাহিরের জল একই সমতলে আনিয়া হাইড্রোজেনের সঠিক আয়তন মাপা হয়। থার্মোমিটারের সাহায্যে জারের জলের তাপমাত্রা ও ব্যারোমিটার হইতে বায়ু চাপ দেখা হয়। চার্ট হইতে পরীক্ষাকালীন তাপমাত্রায় জলীয় বাষ্পের চাপ জানিয়া লওয়া হয়।

পরীক্ষার ফল—জিংকের ওজন = a গ্রাম; হাইড্রোজেনের আয়তন = V c. c.; তাপমাত্রা = $t^\circ C$; বায়ু চাপ = P mm., $t^\circ C$-এ জলীয় বাষ্প-চাপ = f mm.।

গণনা।—হাইড্রোজেনের প্রকৃত চাপ = (P—f) mm.। মনে করা হইল, V c.c. হাইড্রোজেনের আয়তন প্রমাণ অবস্থায় V_1 c. c. সুতরাং,

$$\frac{V_1 \times 760}{273} = \frac{V \times (P - f)}{t + 272} \text{ বা } V_1 = \frac{V \times (P - f) \times 273}{760(t + 273)}$$

V_1 c.c. হাইড্রোজেনের ওজন $= \frac{V \times (P - f) + 273 \times \cdot 0009}{760 \times (t + 273)}$ গ্রাম এবং এই পরিমাণ হাইড্রোজেন প্রতিস্থাপিত হয় a গ্রাম জিংক দ্বারা।

∴ 1·008 গ্রাম হাইড্রোজেন প্রতিস্থাপিত হয়

$$\frac{a \times 760(t+273) \times 1{\cdot}008}{V(P-f) \times 273 \times {\cdot}00009} \text{ গ্রাম জিংক দ্বারা]}$$

সুতরাং, জিংকের তুল্যাংকভার $= \frac{a \times 760(t+273) \times 1{\cdot}008}{V(P-f) \times 273 \times {\cdot}00009}$

[দ্রষ্টব্য—এইরূপ হাইড্রোজেন প্রতিস্থাপন প্রণালীতে জিংক ব্যতীত ম্যাগনেসিয়াম, আয়রন, অ্যালুমিনিয়াম ইত্যাদি ধাতুর তুল্যাংকভার নির্ণয় করা যায়। জিংক ব্যতীত অন্য ক্ষেত্রে কপার সালফেট যোগ করিবার প্রয়োজন নাই।]

Q. 191. Desribe an experiment to show that a substance gains in weight when it burns in air. Explain how such an experiment may be utilised for determining the equivalent weight of an element.

[বায়ুতে দহনের ফলে মৌলের যে ওজন বৃদ্ধি হয় তাহা পরীক্ষার সাহায্যে দেখাও। এইরূপ পরীক্ষা দ্বারা মৌলের তুল্যাংকভার কিরূপে নির্ণয় করা যায় তাহা বুঝাইয়া দাও]

Ans. 36নং প্রশ্নোত্তরের "পরীক্ষা, পরীক্ষার ফল ও গণনা" অংশ বর্ণনা কর।

তুল্যাংকভার গণনা—ম্যাগনেসিয়ামের সহিত যুক্ত অক্সিজেনের ওজন $= (c-a) - (b-a)$ গ্রাম। সুতরাং, ম্যাগনেসিয়ামের তুল্যাংকভার

$$= \frac{(b-a) \times 8}{(c-a)-(b-a)}$$

Q. 192. How is the equivalent weight of copper determined?

[H. S. 1961 (Comp.), 1964 ; 1965 (Comp.) ; '68 (Comp.)]

[কপারের তুল্যাংকভার কিরূপে নির্ণয় করা হয় ?]

Ans. **নীতি**—গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিডের বিক্রিয়ায় কপারকে কপার নাইট্রেটে পরিণত করা হয়। উত্তাপে কপার নাইট্রেটকে বিয়োজিত করিয়া কপার অক্সাইডে পরিণত করা হয়। উৎপন্ন কপার অক্সাইড ও কপারের ওজন হইতে যুক্ত অক্সিজেনের ওজন বাহির করা হয়। যত ভাগ ওজনের কপার 8 ভাগ ওজনের অক্সিজেনের

সহিত যুক্ত হয় তাহাই কপারের তুল্যাংকভার। $Cu+4HNO_3=Cu(NO_3)_2+2NO_2+2H_2O$; $2Cu(NO_3)_2=2CuO+2N_2O_4+O_2$.

পদ্ধতি—ঢাকনি সহ একটি শুষ্ক ও পরিষ্কার পোর্সেলিন মুচি ওজন করা হয়। বিশুদ্ধ কপারের পাতের টুকরা পোর্সেলিন মুচিতে লইয়া মুচিটি পুনরায় ওজন করা হয়। দুই ওজনের পার্থক্য কপারের ওজন। মুচিতে একটু জল লইয়া কয়েক ফোঁটা গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিড উহাতে মিশান হয়। কপারের সঙ্গে বিক্রিয়ায় বাদামী বর্ণের নাইট্রোজেন পার-অক্সাইড গ্যাস নির্গত হয় এবং কপার দ্রবীভূত হইয়া নীল কপার নাইট্রেট দ্রবণে পরিণত হয়। এইরূপে নাইট্রিক অ্যাসিড দ্বারা সমস্ত কপার দ্রবীভূত করা হয়। বিক্রিয়াকালে মুচিটিতে ঢাকনি লাগান থাকে। এখন মুচিটিকে ওয়াটার বাথ্-এ রাখিয়া দ্রবণ ধীরে ধীরে বাষ্পীভূত করিয়া কঠিন কপার নাইট্রেটে পরিণত করা হয়। অতঃপর কঠিন কপার নাইট্রেট সহ মুচিটি অগ্নিসহ মৃত্তিকার ত্রিভুজে রাখিয়া তীব্র উত্তপ্ত করা হয়। অত্যধিক উত্তাপে কপার নাইট্রেট বিযোজিত হইয়া কালো কপার অক্সাইডে পরিণত হয়। বিযোজন সম্পূর্ণ হইলে মুচিটি ডেসিকেটরে শীতল করিয়া ওজন করা হয়। মুচিটি উত্তপ্ত করা, শীতল করা এবং ওজন করা যথাক্রমে করিয়া যাওয়া হয়, যতক্ষণ না উহার ওজন নিত্য (constant) হয়।

পরীক্ষার ফল—ঢাকনি সহ মুচির ওজন $=a$ গ্রাম,

ঢাকনি সহ মুচি ও কপারের ওজন $=b$ গ্রাম,

ঢাকনি সহ মুচি ও কপার অক্সাইডের ওজন $=c$ গ্রাম,

গণনা—কপারের ওজন $=(b-a)$ গ্রাম ; কপার অক্সাইডের ওজন $=(c-a)$ গ্রাম।

কপারের সহিত সংযুক্ত অক্সিজেনের ওজন $=(c-a)-(b-a)=(c-b)$ গ্রাম।

$(c-b)$ গ্রাম অক্সিজেন যুক্ত হয় $(b-a)$ গ্রাম কপারের সহিত।

$\therefore$ 8 গ্রাম অক্সিজেন যুক্ত হয় $\frac{(b-a)\times 8}{(c-b)}$ গ্রাম কপারের সহিত।

সুতরাং, কপারের তুল্যাংকভার $=\frac{(b-a)\times 8}{(c-b)}$

[**দ্রষ্টব্য**—এই প্রণালীতে কপার ব্যতীত জিংক, আয়রন, লেড, টিন-এর তুল্যাংকভার নির্ণয় করা যায়।]

Q. 193. How would you find the equivalent weight of a metal by the reduction of its oxide ?

[ধাতব অক্সাইড বিজারিত করিয়া কিরূপে উক্ত ধাতুর তুল্যাংকভার নির্ণয় করিবে ?]

Ans. **নীতি**—কোন ধাতব অক্সাইডকে (যথা, CuO, ZnO, PbO) হাইড্রোজেন গ্যাসের মধ্যে উত্তপ্ত করিলে উহা বিজারিত হইয়া ধাতুতে পরিণত হয়। ধাতব অক্সাইড ও উৎপন্ন ধাতুর ওজন হইতে সংযুক্ত অক্সিজেনের ওজন বাহির করা হয়। 8 ভাগ ওজনের অক্সিজেনের সহিত যত ভাগ ওজনের ধাতু যুক্ত থাকে তাহাই ধাতুর তুল্যাংকভার। $CuO + H_2 = Cu + H_2O$.

পদ্ধতি—ওজন করা একটি শুষ্ক পোর্সেলিন বোটে কিছু বিশুদ্ধ ও শুষ্ক কিউপ্রিক অক্সাইড লইয়া পুনরায় ওজন করা হয়। অক্সাইড সহ বোটটি একটি শক্ত কাচের তৈয়ারী মোটা নলে রাখা হয়। নলের এক প্রান্ত দিয়া বিশুদ্ধ ও শুষ্ক হাইড্রোজেন গ্যাস কপার অক্সাইডের উপর দিয়া প্রবাহিত করান হয় এবং বোটটি উত্তপ্ত করা হইতে থাকে। কপার অক্সাইডের বিজারণ সম্পূর্ণ হইলে তাপ দেওয়া বন্ধ করিয়া নলটি হাইড্রোজেন প্রবাহে ঘরের তাপমাত্রায় শীতল করা হয়। শীতল হইলে বোটটি বাহিরে আনিয়া ওজন করা হয়।

পরীক্ষার ফল ও গণনা—পোর্সেলিন বোটের ওজন = a গ্রাম ; বোট ও কপার অক্সাইডের ওজন = b গ্রাম ; বোট ও কপারের ওজন = c গ্রাম। ∴ কপারের ওজন = (c − a) গ্রাম ; কপার অক্সাইডের ওজন = (b − a) গ্রাম। সুতরাং, যুক্ত অক্সিজেনের ওজন = (b − a) − (c − a) = (b − c) গ্রাম। অতএব, কপারের তুল্যাংকভার = $\frac{c-a}{b-c} \times 8$।

Q. 194. Describe an experiment to determine the equivalent weight of sodium (or potassium).

[সোডিয়ামের বা পটাসিয়ামের তুল্যাংকভার নির্ণয়ের জন্য একটি পরীক্ষা বর্ণনা কর।]

Ans. **নীতি**—নির্দিষ্ট পরিমাণ সোডিয়াম (বা পটাসিয়াম) ক্লোরাইড জলে দ্রবীভূত করিয়া উহাতে সিলভার নাইট্রেট দ্রবণ মিশাইয়া সিলভার ক্লোরাইড সম্পূর্ণরূপে অধঃক্ষিপ্ত করা হয়। $NaCl + AgNO_3 = AgCl + NaNO_3$। (বা $KCl + AgNO_3 = AgCl + KNO_3$)। উৎপন্ন সিলভার ক্লোরাইডে যে পরিমাণ ক্লোরিন আছে তাহা সোডিয়াম ক্লোরাইডের (বা পটাসিয়াম ক্লোরাইডের) ক্লোরিনের ওজনের সমান। সুতরাং নির্দিষ্ট ওজনের সোডিয়াম (বা পটাসিয়াম) ক্লোরাইডে সোডিয়াম (বা পটাসিয়াম) ও যুক্ত ক্লোরিনের ওজন নির্ণয় করা যায়। 35·46 ভাগ ওজনের ক্লোরিনের সহিত যত ভাগ ওজনের সোডিয়াম (বা পটাসিয়াম) যুক্ত হয় তাহাই সোডিয়ামের (বা পটাসিয়ামের) তুল্যাংকভার।

পদ্ধতি—নির্দিষ্ট ওজনের বিশুদ্ধ সোডিয়াম (বা পটাসিয়াম) ক্লোরাইড একটি বীকারে লইয়া উহা পাতিত জলে দ্রবীভূত করা হয়। দ্রবণে খানিকটা নাইট্রিক অ্যাসিড যোগ করা হয়। অতঃপর অ্যাসিড মিশ্রিত দ্রবণে অতিরিক্ত সিলভার নাইট্রেট দ্রবণ মিশাইয়া দ্রবণ নাড়িয়া দেওয়া হয়। সাদা সিলভার ক্লোরাইড অধঃক্ষিপ্ত হয়। সিলভার ক্লোরাইডের অধঃক্ষেপণ সম্পূর্ণ হইলে (উপরিস্থিত স্বচ্ছ তরলের মধ্যে কয়েক ফোঁটা সিলভার নাইট্রেট দ্রবণ মিশাইলে যদি ঘোলাটে ভাব না আসে, তবে বোঝা যায় যে অধঃক্ষেপণ সম্পূর্ণ হইয়াছে) দ্রবণ সামান্য গরম করিয়া পূর্বে ওজন করা ফিলটার কাগজের সাহায্যে ফিলটার করা হয়। পাতিত জল দ্বারা ফিলটার কাগজের উপরের অধঃক্ষেপ ভালরূপে ধৌত করা হয়। অতঃপর ফিলটার কাগজ সহ উপরের অধঃক্ষেপ সম্পূর্ণ শুষ্ক করিয়া উহার সঠিক ওজন লওয়া হয়। এই ওজন হইতে ফিলটার কাগজের ওজন বিয়োগ করিলে উৎপন্ন সিলভার ক্লোরাইডের ওজন পাওয়া যায়।

পরীক্ষার ফল ও গণনা—সোডিয়াম (বা পটাসিয়াম) ক্লোরাইডের ওজন = a গ্রাম; সিলভার ক্লোরাইডের ওজন = b গ্রাম।

143·34 গ্রাম সিলভার ক্লোরাইডে 35·46 গ্রাম ক্লোরিন আছে,

∴ b গ্রাম " " $\frac{35·46 \times b}{143·34} = c$ গ্রাম (ধরা হইল) ক্লোরিন আছে।

∴ সোডিয়ামের (বা পটাসিয়ামের) ওজন = (a − c) গ্রাম।

সুতরাং, সোডিয়ামের (বা পটাসিয়ামের) তুল্যাংকভার $=\frac{(a-c)\times 35.46}{c}$ ।

গণনার দ্বিতীয় পদ্ধতি—মনে করা হইল, সোডিয়ামের (বা পটাসিয়ামের) তুল্যাংকভার $=x$. মৌলিক পদার্থ তুল্যাংকভারের অনুপাতে যুক্ত হইয়া যৌগিক পদার্থ গঠন করে। সুতরাং সোডিয়াম (বা পটাসিয়াম) ক্লোরাইডের তুল্যাংকভার $=x+35.46$.

$$\therefore \frac{\text{সোডিয়াম বা পটাসিয়াম ক্লোরাইডের ওজন}}{\text{সিলভার ক্লোরাইডের ওজন}}$$

$$=\frac{\text{সোডিয়াম বা পটাসিয়াম ক্লোরাইডের তুল্যাংকভার}}{\text{সিলভার ক্লোরাইডের তুল্যাংকভার}}$$

$$\text{বা,}\quad \frac{a}{b}=\frac{x+35.46}{107.88+35.46}=\frac{x+35.46}{143.34}$$

$$\therefore \quad x=\left(\frac{a}{b}\times 143.34\right)-35.46$$

[**দ্রষ্টব্য** ঃ ক্যালসিয়াম, ম্যাগনেসিয়াম ও জিংকের তুল্যাংকভারও উহাদের ক্লোরাইড লইয়া এই পরীক্ষার ন্যায় নির্ণয় করা যায়।]

Q. 195. How would you determine the equivalent weight of silver ?

[সিলভারের তুল্যাংকভার কিরূপে নির্ণয় করিবে ?]

Ans. **নীতি**—ধাতব সিলভারকে নাইট্রিক অ্যাসিড দ্বারা সিলভার নাইট্রেটে পরিণত করা হয়। ইহাতে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড মিশাইলে সিলভার ক্লোরাইড অধঃক্ষিপ্ত হয়। উৎপন্ন সিলভার ক্লোরাইডে যত ভাগ ওজনের সিলভার 35.46 ভাগ ওজনের ক্লোরিনের সহিত যুক্ত থাকে তাহাই সিলভারের তুল্যাংকভার

$Ag+2HNO_3=AgNO_3+NO_2+H_2O$; $AgNO_3+HCl=AgCl+HNO_3$.

পদ্ধতি—নির্দিষ্ট পরিমাণ বিশুদ্ধ সিলভার পাত একটি বীকারে রাখিয়া নাতি গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিড মিশান হয়। সমস্ত সিলভার দ্রবীভূত হইয়া সিলভার নাইট্রেট দ্রবণ উৎপন্ন হয়। অতঃপর এই দ্রবণে অতিরিক্ত পরিমাণে হাইড্রোক্লোরিক

অ্যাসিড দেওয়া হয়, যাহাতে সমস্ত সিলভার সাদা সিলভার ক্লোরাইডরূপে অধঃক্ষিপ্ত হয়। পূর্বে ওজন করা ফিলটার কাগজের সাহায্যে ফিলটার করিয়া সাদা অধঃক্ষেপ পাতিত জল দ্বারা ভালরূপে ধৌত করা হয়। অতঃপর ফিলটার কাগজ সহ অধঃক্ষেপ সম্পূর্ণ শুষ্ক করিয়া উহার সঠিক ওজন লওয়া হয়। এই ওজন হইতে ফিলটার কাগজের ওজন বাদ দিলে উৎপন্ন সিলভার ক্লোরাইডের ওজন পাওয়া যায়।

পরীক্ষার ফল ও গণনা—সিলভার পাতের ওজন = a গ্রাম এবং সিলভার ক্লোরাইডের ওজন = b গ্রাম। সুতরাং ক্লোরিনের ওজন = (b − a) গ্রাম।

(b − a) গ্রাম ক্লোরিন যুক্ত থাকে a গ্রাম সিলভারের সহিত। সুতরাং, 35.46 গ্রাম ক্লোরিন যুক্ত থাকে $\frac{a \times 35.46}{b-a}$ গ্রাম সিলভারের সহিত। অতএব, সিলভারের তুল্যাংকভার = $\frac{a \times 35.46}{b-a}$।

[**দ্রষ্টব্য :** এই পদ্ধতিতে সিলভারের তুল্যাংক জানা থাকিলে ক্লোরিনের তুল্যাংক জানা যায়। গণনা—ক্লোরিনের তুল্যাংকভার = $\frac{(b-a) \times 107.88}{a}$]

Q. 196. How would you determine the equivalent weight of a metal by the replacement of one metal by another ?

[একটি ধাতুর দ্বারা অপর একটি ধাতু প্রতিস্থাপিত করিয়া কিরূপে ধাতুর তুল্যাংকভার নির্ণয় করিবে ?]

Ans. নীতি—তাড়িৎ-রাসায়নিক পর্যায়ে যে ধাতুর স্থান উপরে সেই ধাতুটি উহার নিম্নে অবস্থিত কোন ধাতুর লবণ হইতে ধাতুটি প্রতিস্থাপিত করে এবং এই প্রতিস্থাপন ধাতু দুইটির তুল্যাংকের অনুপাতে ঘটিয়া থাকে। কপার সালফেটের দ্রবণে এক টুকরা লৌহ ডুবাইলে লৌহের উপর কপারের আস্তরণ পড়ে এবং লৌহ দ্রবীভূত হয়। $Fe + CuSO_4 = FeSO_4 + Cu$। কপার ও লৌহের যে কোন একটির তুল্যাংকভার জানা থাকিলে অপরটির তুল্যাংভার নির্ণয় করা যায়।

পদ্ধতি—একটি বীকারে কপার সালফেট দ্রবণ লইয়া নির্দিষ্ট পরিমাণ লৌহচূর্ণ যোগ করা হয়। লৌহচূর্ণ দ্রবীভূত হইয়া যায় এবং লাল বর্ণের কপার বীকারের নীচে জমা হয়। পূর্বে ওজন করা ফিলটার কাগজে ফিলটার করিয়া অবশেষ অর্থাৎ সঞ্চিত

কপারকে জল দ্বারা ধৌত করিয়া উহার সহিত মিশ্রিত কপার সালফেট দ্রবণ সম্পূর্ণ পৃথক করা হয়। ফিলটার কাগজ সহ কপার বায়ু-চুল্লীতে শুষ্ক করিয়া উহার নিত্য (constant) ওজন লওয়া হয়।

পরীক্ষার ফল ও গণনা—লৌহচুর্ণের (আয়রন) ওজন = a গ্রাম, প্রতিস্থাপিত কপারের ওজন = b গ্রাম।

মনে করা হইল, লৌহের তুল্যাংকভার $=E_1$; কপারে তুল্যাংকভার $=E_2$

a গ্রাম আয়রন প্রতিস্থাপিত করে b গ্রাম কপার,

∴ 1 গ্রাম " " " $\frac{b}{a}$ " "।

প্রতিস্থাপন ধাতু দুইটির তুল্যাংকের অনুপাত ঘটে বলিয়া,

E_1 গ্রাম আয়রন প্রতিস্থাপিত করে E_2 গ্রাম কপার,

∴ 1 গ্রাম " " " $\frac{E_2}{E_1}$ " "।

∴ $\frac{E_2}{E_1}=\frac{b}{a}$, অর্থাৎ $\frac{\text{Cu-এর তুল্যাংক}}{\text{Fe-এর তুল্যাংক}}=\frac{\text{সঞ্চিত Cu-এর ওজন}}{\text{দ্রবীভূত Fe-এর ওজন}}$

সুতরাং, কপারের তুল্যাংক জানা থাকিলে আয়রনের তুল্যাংক এবং আয়রনের তুল্যাংক জানা থাকিলে কপারের তুল্যাংক জানা যায়।

[দ্রষ্টব্য : $2AgNO_3+Cu=Cu(NO_3)_2+2Ag$; $Zn+CuSO_4=ZnSO_4+Cu$; $Zn+2AgNO_3=2Ag+Zn(NO_3)_2$ । $AgNO_3$ দ্রবণ হইতে Cu দ্বারা Ag, $CuSO_4$ দ্রবণ হইতে Zn দ্বারা Cu, $AgNO_3$ হইতে Zn দ্বারা Ag প্রতিস্থাপিত হয়। সুতরাং এই প্রণালীতে Ag, Cu, Zn ইত্যাদির তুল্যাংকভার নির্ণয় করা যায়।

Q. 197. (a) Discuss the principles of different methods for determining the equivalent weight of metals.

[ধাতুর তুল্যাংকভার নির্ণয় করিবার বিভিন্ন পদ্ধতির নীতি আলোচনা কর]

(b) Describe briefly two methods for the determination of equivalent of elements. [H. S. 1967]

Ans. (i) হাইড্রোজেন প্রতিস্থাপন প্রণালী—নির্দিষ্ট ওজনের ধাতুর সহিত

অ্যাসিড, ক্ষার বা জলের বিক্রিয়ায় নির্গত হাইড্রোজেনের আয়তন হইতে উহার ওজন নির্ণয় করা হয়। অ্যাসিড, ক্ষার বা জল হইতে 1·008 ভাগ ওজনের হাইড্রোজেন প্রতিস্থাপিত করিতে যত ভাগ ওজনের ধাতু প্রয়োজন তাহাই ধাতুর তুল্যাংকভার। Zn, Mg, Fe, ইত্যাদি ধাতু শীতল ও লঘু HCl বা H_4SO_4 হইতে হাইড্রেজেন নির্গত করে। সুতরাং ইহাদের তুল্যাংকভার এই প্রণালীতে নির্ণয় করা যায়। $Zn + 2HCl = ZnCl_2 + H_2$; $Mg + H_2SO_4 = MgSO_4 + H_2$ । উত্তপ্ত ক্ষার দ্রবণে Al দ্রবীভূত করিয়া নির্গত হাইড্রোজেনের ওজন হইতে Al-এর তুল্যাংকভার নির্ণয় করা যায়। জলে ক্যালসিয়াম দ্রবীভূত করিয়াও নির্গত হাইড্রোজেন গ্যাসের আয়তন ও ওজন স্থির করিয়া ক্যালসিয়ামের তুল্যাংকভার মোটামুটি নির্ণয় করা যায়। গণনা—a গ্রাম হাইড্রোজেন b গ্রাম ধাতু দ্বারা প্রতিস্থাপিত হইলে ধাতুর তুল্যাংকভার $= \frac{b \times 1·008}{a}$ ।

(ii) **অক্সাইড প্রণালী**—ধাতুকে অক্সিজেনে উত্তপ্ত করিয়া প্রত্যক্ষরূপে অক্সাইডে পরিণত করা হয়। অথবা, ধাতুকে নাইট্রেটে পরিণত করিয়া এবং নাইট্রেটকে তাপে বিযোজিত করিয়া পরোক্ষরূপে অক্সাইডে পরিণত করা হয়। নির্দিষ্ট ওজনের ধাতুকে এইরূপ অক্সাইডে পরিণত করিয়া অক্সাইড ওজন করা হয়। অক্সাইডের ওজন ও ধাতুর ওজনের পার্থক্য ধাতুর সহিত সংযুক্ত অক্সিজেনের ওজন। 8 ভাগ ওজনের অক্সিজেনের সহিত যত ভাগ ওজনের ধাতু যুক্ত হয় তাহাই ধাতুর তুল্যাংকভার। a গ্রাম ধাতু যদি b গ্রাম অক্সিজেনের সহিত যুক্ত হয়, তবে ধাতুর তুল্যাংকভার $= \frac{a \times 8}{b}$ । এই প্রণালীতে Mg, Zn, Cu, Pb, Fe ইত্যাদির তুল্যাংকভার নির্ণয় করা যায়।

(iii) **ধাতব অক্সাইডের বিজারণ প্রণালী**—193নং প্রশ্নোত্তরের নীতি দেখ। এই প্রণালীতে Zn, Pb, Cu ইত্যাদি ধাতুর তুল্যাংকভার নির্ণয় করা যায়।

(iv) **ক্লোরাইড প্রণালী**—নির্দিষ্ট ওজনের ধাতুকে উহার ক্লোরাইডে পরিণত করা হয়। ধাতুর ওজন ও ক্লোরাইডের ওজন হইতে ধাতুর সহিত সংযুক্ত ক্লোরিনের ওজন পাওয়া যায়। 35·46 ভাগ ওজনের ক্লোরিন যত ভাগ ওজনের ধাতুর সহিত

মুক্ত হয় তাহাই ধাতুর তুল্যাংকভার। ধাতুর ওজন a গ্রাম ও সংযুক্ত ক্লোরিনের ওজন b গ্রাম হইলে ধাতুর তুল্যাংকভার $= \frac{a \times 35.46}{b}$। এই প্রণালীতে সিলভারের তুল্যাংকভার নির্ণয় করা যায়।

অপর একটি পদ্ধতিতে নির্দিষ্ট ওজনের ধাতব ক্লোরাইডের জলীয় দ্রবণে অতিরিক্ত সিলভার নাইট্রেট যোগ করিয়া সিলভার ক্লোরাইড অধঃক্ষিপ্ত করা হয়। উৎপন্ন সিলভার ক্লোরাইডে ক্লোরিনের ওজন ও ধাতব ক্লোরাইডে ধাতুর সহিত সংযুক্ত ক্লোরিনের ওজন সমান হয়। সুতরাং ধাতব ক্লোরাইড ও ক্লোরিনের ওজন হইতে ধাতুটির ও ক্লোরিনের ওজনের অনুপাত জানা যায়। যদি a গ্রাম ধাতব ক্লোরাইড b গ্রাম সিলভার ক্লোরাইড উৎপন্ন করে, তবে b গ্রাম AgCl-এ ক্লোরিনের পরিমাণ $= \frac{35.46 \times b}{143.34} = c$ গ্রাম (ধরা) হইল)। ∴ ধাতুর ওজন $= (a-c)$ গ্রাম। অতএব, $(a-c)$ গ্রাম ধাতু মুক্ত থাকে c গ্রাম ক্লোরিনের সহিত। সুতরাং ধাতুর তুল্যাংকভার $= \frac{(a-c) \times 35.46}{c}$। এই প্রণালীতে সোডিয়াম, পটাসিয়াম, ক্যালসিয়াম ম্যাগনেসিয়াম ইত্যাদি ধাতুর তুল্যাংকভার নির্ণয় করা যায়।

(v) **ধাতু দ্বারা ধাতুর প্রতিস্থাপন প্রণালী**—196নং প্রশ্নোত্তরের নীতি এবং শেষে লিখিত দ্রষ্টব্য দেখ।

(vi) **তড়িৎ-বিশ্লেষণের সাহায্যে**—209নং প্রশ্নোত্তর দেখ।

(b) Q. 189, 190, 192, 193, 194—যে কোন দুইটি।

Numerical Examples (গাণিতিক উদাহরণ)

1. Calculate the equivalent weight of the following compounds. [নিম্নলিখিত যৌগগুলির তুল্যাংকভার হিসাব কর।]

(i) ক্যালসিয়াম কার্বনেট (H. S. 1972), (ii) অ্যালুমিনিয়াম সালফেট (H. S. 1972), (iii) সোডিয়াম কার্বনেট, (iv) কপার সালফেট কেলাস, (v) সিলভার নাইট্রেট।

Ans. কোন যৌগের তুল্যাংকভার

$$= \frac{\text{যৌগের আণবিক ওজন}}{\text{ধাতব মূলক বা অধাতব মূলকের মোট যোজ্যতা}}$$

(i) ক্যালসিয়াম কার্বনেট, $CaCO_3$।

$\therefore$ উহার তুল্যাংকভার $= \frac{40+12+3\times16}{2} = \frac{100}{2} = 50$।

(ii) Al-এর যোজ্যতা = 3, এবং যৌগে 2টি Al পরমাণু আছে। সুতরাং Al-এর মোট যোজ্যতা $= 3\times2 = 6$।

$Al_2(SO_4)_3$-এর তুল্যাংকভার $= \frac{2\times27+3\times96}{3\times2} = \frac{342}{6} = 57$।

(iii) Na_2CO_3-এর তুল্যাংকভার $= \frac{2\times23+12+3\times16}{2} = \frac{106}{2} = 53$।

(iv) $CuSO_4, 5H_2O$-এর তুল্যাংকভার $= \frac{63{\cdot}5+32+4\times16+5\times18}{2}$

$= \frac{249{\cdot}5}{2} = 124{\cdot}75$।

(v) $AgNO_3$-এর তুল্যাংকভার $= \frac{108+14+3\times16}{1} = \frac{170}{1} = 170$।

2. An oxide of a metal contains 52·91 per cent of the metal. Calculate its equivalent weight. [H. S. 1965]

[একটি ধাতব অক্সাইডে ধাতুর শতকরা পরিমাণ 52·91 হইলে ধাতুর তুল্যাংকভার নির্ণয় কর।]

Ans. ধাতুর ওজন = 52·91 ভাগ ; অক্সিজেনের ওজন = (100 − 52·91) = 47·09 ভাগ।

47·09 ভাগ ওজনের অক্সিজেন যুক্ত আছে 52·91 ভাগ ওজনের ধাতুর সহিত,

$\therefore$ 8 " " " " " $\frac{52{\cdot}91\times8}{47{\cdot}09}$ বা 8·98 ভাগ ওজনের ধাতুর সহিত।

সুতরাং, ধাতুর তুল্যাংকভার = 8·98।

3. 2·0 g. of lead were completely converted into its oxide, which weighed 2·1544 g. What is the equivalent weight of lead ?

[H. S. 1960 : 1970]

[2 গ্রাম লেডকে সম্পূর্ণরূপে উহার অক্সাইডে পরিণত করা হইল। অক্সাইডের ওজন 2·1544 গ্রাম হইলে লেডের তুল্যাংকভার কত ?]

Ans. লেডের ওজন = 2·0 গ্রাম ; লেড অক্সাইডের ওজন = 2·1544 গ্রাম।

∴ সংযুক্ত অক্সিজেনের ওজন = (2·1544 − 2) বা 0·1544 গ্রাম।

0·1544 গ্রাম অক্সিজেন যুক্ত হয় 2 গ্রাম লেডের সহিত,

∴ 8 " " " " $\frac{2 \times 8}{0 \cdot 1544}$ গ্রাম লেডের সহিত।

সুতরাং, লেডের তুল্যাংকভার = $\frac{2 \times 8}{0 \cdot 1544} = 103 \cdot 62$.

4. 0·6842 g. of copper was dissolved in nitric adid and the solution was carefully evaporated to dryness. When the solid residue was strongly heated 0·8557 g. of cupric oxide was produced. Calculate the equivalent weight of copper.

[H. S. 1960 (Comp.)].

[0·6842 গ্রাম কপারকে নাইট্রিক অ্যাসিডে দ্রবীভূত করিয়া বাষ্পীভবনের সাহায্যে দ্রবণ শুষ্ক করা হইল। কঠিন অবশেষকে তীব্র উত্তপ্ত করিলে 0·8567 গ্রাম কিউপ্রিক অক্সাইড উৎপন্ন হয়। কপারের তুল্যাংকভার নির্ণয় কর।]

Ans. কপারের ওজন = 0·6842 গ্রাম ; কপার অক্সাইডের ওজন

= 0·8567 গ্রাম

∴ অক্সিজেনের ওজন = 0·8567 − 0·6842 = 0·1725 গ্রাম।

0·1725 গ্রাম অক্সিজেন যুক্ত হয় 0·6842 গ্রাম কপারের সহিত,

∴ 8 " " " " $\frac{0 \cdot 6842 \times 8}{0 \cdot 1725}$ বা 31·73 গ্রাম

কপারের সহিত।

সুতরাং, কপারের তুল্যাংকভার = 31·73.

5. On heating 0·8567 g. of copper oxide in a current of hydrogen.

the resultant copper weighed 0·6842 g. What is the equivalent weight of copper ? (H. S. 1960)

[0·8567 গ্রাম কপার অক্সাইডকে হাইড্রোজেন প্রবাহে উত্তপ্ত করিলে 0·6842 গ্রাম কপার উৎপন্ন হয়। কপারের তুল্যাংকভার কত ?]

Ans. কপারের অক্সাইডের ওজন = 0·8567 গ্রাম ; উৎপন্ন কপারের ওজন = 0·6842 গ্রাম। ∴ অক্সিজেনের ওজন = 0·8567 − 0·6842 = 0·1725 গ্রাম। 0·1725 গ্রাম অক্সিজেন যুক্ত ছিল 0·6842 গ্রাম কপারের সহিত,

$$\therefore \text{ কপারের তুল্যাংকভার} = \frac{0·6842 \times 8}{0·1725} = 31·3.$$

6. 0·3975 g. of copper oxide was heated in a current of pure and dry hydrogen till completely reduced and the gaseous product was passed through a tube containing fused calcium chloride previously weighed. The gain in weight of the latter was 0·09 g. Calculate the equivalent weight of copper ? [H. S. 1964]

[বিশুদ্ধ ও শুষ্ক হাইড্রোজেন গ্যাস প্রবাহে 0·3975 গ্রাম কিউপ্রিক অক্সাইডকে উত্তপ্ত করিয়া সম্পূর্ণরূপে বিজারিত করা হইল। উৎপন্ন গ্যাসীয় পদার্থকে পূর্বে ওজন করা একটি গলিত ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড পূর্ণ টিউবের মধ্য দিয়া প্রবাহিত করা হইল। ইহাতে টিউবের 0·09 গ্রাম ওজন-বৃদ্ধি হইল। কপারের তুল্যাংকভার নির্ণয় কর।]

Ans. কপার অক্সাইডকে হাইড্রোজেন দ্বারা বিজারিত করিলে ধাতব কপার ও স্টীম উৎপন্ন হয়। $CuO + H_2 = Cu + H_2O$। স্টীম গলিত ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড দ্বারা শোষিত হয়। সুতরাং ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড টিউবের ওজন-বৃদ্ধি উৎপন্ন স্টীম বা জলের ওজন। অতএব উৎপন্ন জলের ওজন = 0·09 গ্রাম।

18 গ্রাম জলে অক্সিজেন আছে 16 গ্রাম,

∴ 0·09 গ্রাম " " " $\frac{16 \times 0·09}{18}$ = বা 0·08 গ্রাম।

এই পরিমাণ অক্সিজেন কপার অক্সাইডে ছিল।

সুতরাং কপারের ওজন (0·3975 − 0·08) = 0·3175 গ্রাম।

0·08 গ্রাম অক্সিজেন যুক্ত হয় 0·3175 গ্রাম কপারের সহিত,

∴ 8 „ „ „ „ $0·3175 \times 100$

বা 31·75 গ্রাম কপারের সহিত।

সুতরাং, কপারের তুল্যাংকভার = 31·75।

7. In an experiment to determine the equivalent weight of oxygen, hydrogen gas was passed over 1·987 g. of heated cupric oxide. 1·587 g. of metallic copper were left and 0·4504 g. of water was formed. Calculate the equivalent of oxygen.

From these results find also the equivalent weight of copper.

[অক্সিজেনের তুল্যাংকভার নির্ণয় করিবার জন্য 1·987 গ্রাম উত্তপ্ত কিউপ্রিক অক্সাইডের উপর দিয়া শুষ্ক হাইড্রোজেন গ্যাস প্রবাহিত করা হইল। ইহাতে 15·87 গ্রাম ধাতব কপার এবং 0·4504 গ্রাম জল উৎপন্ন হইল। অক্সিজেনের তুল্যাংকভার নির্ণয় কর। ইহা হইতে কপারের তুল্যাংকভারও হিসাব কর।]

Ans. কপার অক্সাইডের ওজন 1·987 গ্রাম ; কপারের ওজন = 1·587 গ্রাম,

∴ অক্সিজেনের ওজন = (1·987 − 1·587) = 0·4 গ্রাম।

আবার জলের ওজন = 0·4504 গ্রাম।

সুতরাং, হাইড্রোজেনের ওজন = (0·4504 − 0·4) = 0·0504 গ্রাম।

0·0504 গ্রাম হাইড্রোজেনের সহিত যুক্ত অক্সিজেন = 0·4 গ্রাম,

∴ 1·008 „ „ „ „ „ $= \frac{0·4 \times 1·008}{0·0504} = 8$ গ্রাম

সুতরাং, অক্সিজেনের তুল্যাংকভার = 8.

কপারের ওজন = 1·587 গ্রাম এবং অক্সিজেনের ওজন = 0·4 গ্রাম। 5নং উদাহরণের ন্যায় কপারের তুল্যাংকভার নির্ণয় কর। তুল্যাংকভার = 31·74.

8. 0·2 g. of a metal, on treatment with dilute mineral acid, gave 68·4 c. c. of dry hydrogen at N. T. P. What is the equivalent weight of the metal ?

[0·2 গ্রাম ওজনের একটি ধাতু খনিজ অ্যাসিডে দ্রবীভূত করিলে প্রমাণ অবস্থায় 68·4 c.c. শুষ্ক হাইড্রোজেন উৎপন্ন হয়। ধাতুটির তুল্যাংকভার কত ?]

Ans. প্রমাণ অবস্থায় 68·4 c. c. হাইড্রোজেনের ওজন = (68·4 × ·00009)
বা ·006156 গ্রাম।

·006156 গ্রাম হাইড্রোজেন প্রতিস্থাপিত হয় 0·2 গ্রাম ধাতু দ্বারা

∴ 1·008 " " " $\frac{0·2 \times 1·008}{·006156}$ বা 32·75
গ্রাম ধাতু দ্বারা।

সুতরাং, ধাতুর তুল্যাংকভার = 32·75.

9. Calculate the equivalent weight of a metal from the following experimental data ;

First weight of the weighing bottle + metal	...	12·9580 g.
Second weight, after taking out a portion	...	12·9070 g.
Total volume of hydrogen evolved by dissolving the metal taken out in dilute acid (after drying)	.	19·55 ml.
Pressure of hydrogen, when the volume was noted	...	750 mm.
Temperature of the gas, when the volume was noted	...	27°C.

One millilitre (ml.) of dry hydrogen at N. T. P. weighs 0·000089 g.
[H. S. 1963]

Ans. ধাতুর ওজন = 12·9580 − 12·9070 = 0·0510 গ্রাম। উৎপন্ন হাইড্রোজেনের আয়তন N. T. P.-তে V হইলে,

$$\frac{V \times 760}{273} = \frac{19·55 \times 750}{(27+273)}, \text{ বা, } V = \frac{19·55 \times 750 \times 273}{760 \times 300} = 17·55 \text{ মিলি.।}$$

∴ হাইড্রোজেনের ওজন = 17·55 × 0·000089 গ্রাম = 0·00156195 গ্রাম।

$$\therefore \text{ ধাতুর তুল্যাংকভার} = \frac{\text{ধাতুর ওজন} \times 1·008}{\text{হাইড্রোজেনের ওজন}} = \frac{0·0510 \times 1·008}{0·00156195} = 32·91$$

10. 0·04 gm. of a metal when dissolved in dilute sulphuric acid evolved 40 ml. of hydrogen at 15°C and 750 mm. pressure. Calculate the equivalent weight of the metal. (Pressure of

water vapour at 15°C = 12·5 mm. and 1 ml. of hydrogen at 0°C and 760 mm. pressure weighs 0·00009 gm.) [H. S. 1969 (Comp.)]

[0·01 গ্রাম ওজনের একটি ধাতুকে লঘু সালফিউরিক অ্যাসিডে দ্রবীভূত করিলে 15°C তাপমাত্রায় এবং 750 mm চাপে 40 মিলিলিটার হাইড্রোজেন নির্গত হয়। ধাতুটির তুল্যাংকভার নির্ণয় কর। 15°C-এর জলীয় বাষ্পের চাপ = 12·5 mm. এবং 0°C ও 760 mm. চাপে 1 ml. হাইড্রোজেনের ওজন 0·00009 গ্রাম।]

Ans. হাইড্রোজেনের আয়তন = 40 ml.; হাইড্রোজেনের প্রকৃত চাপ = (750 − 12·5) = 737·5 mm, তাপমাত্রা = (15 + 273)°A = 288°A।

N. T. P.-তে হাইড্রোজেনের আয়তন V হইলে,

$$\frac{V \times 760}{273} = \frac{40 \times 737 \cdot 5}{288} \text{ বা } V = \frac{273 \times 40 \times 737 \cdot 5}{760 \times 288} \text{ ml.}$$

$$\therefore \text{ ঐ আয়তনের হাইড্রোজেনের ওজন} = \frac{273 \times 40 \times 737 \cdot 5 \times 0 \cdot 00009}{760 \times 288} \text{ গ্রাম।}$$

$$\therefore \text{ ধাতুর তুল্যাংকভার} = \frac{0 \cdot 04 \times 760 \times 288}{273 \times 40 \times 737 \cdot 5 \times 0 \cdot 00009} = 12 \cdot 08.$$

11. 0·0601 gm. of a metal when dissolved in dil. HCl. gave 61·55 ml. hydrogen at 27°C and 786·74 mm. pressure. Calculate the equivalent weight of the metal. Aqueous tension at 27°C = 26·74 mm.

If the formula of its chloride be MCl_2 (M = metal), what is the atomic weight of the metal? [H. S. 1970 (Comp.)]

[0·0601 গ্রাম ওজনের একটি ধাতুকে লঘু HCl-এ দ্রবীভূত করিলে 27°C এবং 786·74 mm. চাপে 61·55 ml হাইড্রোজেন নির্গত হয়। ধাতুর তুল্যাংকভার নির্ণয় কর। 27°C-এ জলীয় বাষ্পের চাপ = 26·74 mm.। ধাতুটির ক্লোরাইডের সংকেত MCl_2 (M = ধাতু) হইলে উহার পারমাণবিক ওজন কত ?]

Ans. N. T. P.-তে হাইড্রোজেনের আয়তন V হইলে

$$\frac{760 \times V}{273} = \frac{(786 \cdot 74 - 26 \cdot 74) \times 61 \cdot 55}{(273 + 27)} = 56 \cdot 01 \text{ c.c.}$$

∴ উৎপন্ন হাইড্রোজেনের ওজন = (56·01 × 0·00009) গ্রাম।

∴ ধাতুর তুল্যাংকভার $= \frac{0.0601 \times 1.008}{56.01 \times 0.00009} = 12.1$

ধাতুর ক্লোরাইডের সংকেত MCl_2, সুতরাং ধাতুর যোজ্যতা $= 2$

∴ M ধাতুর পারমাণবিক ওজন = তুল্যাংকভার × যোজ্যতা

$= 12.1 \times 2 = 24.2$

12. 1·0813 g. of iron gave 3·1439 g. of ferric chloride. Calculate the equivalent weight of iron in this compound.

[H. S. 1960 (Comp.)

[1·0813 গ্রাম আয়রন হইতে 3·1439 গ্রাম ফেরিক ক্লোরাইড পাওয়া যায়। এই যৌগে আয়রনের তুল্যাংকভার কত ?]

Ans. ফেরিক ক্লোরাইডের ওজন = 3·1439 গ্রাম ; আয়রনের ওজন = 1·0813 গ্রাম।

∴ সংযুক্ত ক্লোরিনের ওজন $= 3.1439 - 1.0813 = 2.0626$ গ্রাম।

2·0626 গ্রাম ক্লোরিনের সহিত যুক্ত হয় 1·0813 গ্রাম আয়রন,

∴ 35·46 গ্রাম „ „ „ „ $\frac{1.0813 \times 35.46}{2.0626}$ বা 18·58 গ্রাম আয়রন।

সুতরাং, এই যৌগে আয়রনের তুল্যাংকভার = 18·58।

13. The equivalent weight of aluminium is 8·99 and that of chlorine is 35·46. What is the percentage of chlorine in anhydrous aluminium chloride ?

[অ্যালুমিনিয়াম ও ক্লোরিনের তুল্যাংকভার যথাক্রমে 8·99 এবং 35·46 হইলে অনার্দ্র অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইডে ক্লোরিনের শতকরা মাত্রা কত ?]

Ans. মৌলিক পদার্থগুলি তুল্যাংকভারের অনুপাতে পরস্পরের সহিত যুক্ত হইয়া যৌগ গঠন করে। সুতরাং 8·99 ভাগ ওজনের অ্যালুমিনিয়াম 35·46 ভাগ ওজনের ক্লোরিনের সহিত যুক্ত হইয়া $(8.99 + 35.46)$ বা 44·45 ভাগ অনার্দ্র অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইড উৎপন্ন করে।

44·45 ভাগ ওজনের লবণে ক্লোরিন আছে 35·46 ভাগ,

∴ 100 ভাগ ওজনের লবণে ক্লোরিন আছে $\frac{35·46 \times 100}{44·45}$ বা 79·77 ভাগ।

সুতরাং, অনার্দ্র অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইডে ক্লোরিনের শতকরা মাত্রা = 79·77।

14. 1·6182 g. of pure metallic silver, when dissolved in nitric acid and treated with slight excess of hydrochloric acid, produces 2·1501 g. of silver chloride. Calculate the equivalent weight of silver. Equivalent weight of chlorine is 35·46. [H. S. 1964]

[1·6182 গ্রাম ওজনের বিশুদ্ধ সিলভারকে নাইট্রিক অ্যাসিডে দ্রবীভূত করিয়া দ্রবণে অতিরিক্ত হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড মিশাইলে 2·1501 গ্রাম সিলভার ক্লোরাইড উৎপন্ন হয়। সিলভারের তুল্যাংকভার নির্ণয় কর। ক্লোরিনের তুল্যাংকভার = 35·46]

Ans. সিলভারের ওজন = 1·6182 গ্রাম ; সিলভার ক্লোরাইডের ওজন = 2·1501 গ্রাম।

সুতরাং যুক্ত ক্লোরিনের ওজন = 2·1501 − 1·6182 = 0·5319 গ্রাম।

0·5319 গ্রাম ক্লোরিন যুক্ত হয় 1·6182 গ্রাম সিলভারের সহিত,

∴ 35·46 গ্রাম ,, , ,, $\frac{1·6182 \times 35·46}{0·5319}$

বা, 107·88 গ্রাম সিলভারের সহিত।

সুতরাং, সিলভারের তুল্যাংকভার = 107·88.

15. 2·130 g. of potassium chloride were treated with a solution of silver nitrate ; the precipitated silver chloride, when dried, weighed 4·096 g. What is the equivalent weight of potassium?

(Ag = 107·88, Cl = 35·46)

[2·130 গ্রাম পটাসিয়াম ক্লোরাইডের সহিত সিলভার নাইট্রেট লবণ মিশান হইল। শুষ্ক করিবার পর অধঃক্ষিপ্ত সিলভার ক্লোরাইডের ওজন 4·096 গ্রাম হইলে পটাসিয়ামে তুল্যাংকভার কত ?]

Ans. প্রথম পদ্ধতি—(107·88 + 35·46) বা 143·34 গ্রাম সিলভার ক্লোরাইডে ক্লোরিন আছে 35·46) গ্রাম।

$\therefore$ 4·096 গ্রাম সিলভার ক্লোরাইডে ক্লোরিন আছে $\frac{35{\cdot}46 \times 4{\cdot}096}{143{\cdot}34}$

বা 1·013 গ্রাম।

$\therefore$ পটাসিয়াম ওজন $= (2{\cdot}130) - 1{\cdot}013$ বা, 1·117 গ্রাম।

1·013 গ্রাম ক্লোরিন যুক্ত আছে 1·117 গ্রাম পটাসিয়ামের সহিত,

$\therefore$ 35·46 " " $\frac{1{\cdot}117 \times 35{\cdot}46}{1{\cdot}013}$ বা 39·1 গ্রাম " "

সুতরাং, পটাসিয়ামের তুল্যাংকভার = 39·1।

দ্বিতীয় পদ্ধতি—মনে কর, পটাসিয়ামের তুল্যাংকভার $= x$; সুতরাং

$$\frac{\text{পটাসিয়াম ক্লোরাইডের ওজন}}{\text{সিলভার ক্লোরাইডের ওজন}} = \frac{x + 35{\cdot}46}{107{\cdot}88 + 35{\cdot}46}$$

দেওয়া আছে—পটাসিয়াম ক্লোরাইডের ওজন = 2·130 গ্রাম

এবং সিলভার ক্লোরাইডের ওজন = 4·096 গ্রাম।

$$\therefore \frac{2{\cdot}130}{4{\cdot}096} = \frac{x + 35{\cdot}46}{143{\cdot}34}$$

$$\therefore x = \left(\frac{2{\cdot}130}{4{\cdot}096} \times 143{\cdot}34\right) - 35{\cdot}46 = 39{\cdot}1$$

সুতরাং, পটাসিয়ামের তুল্যাংকভার = 39·1।

16. 0·490 g. of a metal displaced 0·664 g. of another metal of equivalent weight 28 from the solution of its salt. What is the equivalent weight of the first metal ?

[0·490 গ্রাম ওজনের একটি ধাতু আরেকটি ধাতুর (যাহার তুল্যাংকভার 28) লবণের দ্রবণ হইতে 0·664 গ্রাম ধাতু প্রতিস্থাপিত করে। প্রথম ধাতুটির তুল্যাংকভার কত ?]

Ans. মনে করা হইল ধাতুর তুল্যাংকভার $= x$। দ্বিতীয়টির প্রদত্ত তুল্যাংকভার = 28।

যেহেতু প্রতিস্থাপন ধাতুর তুল্যাংকের অনুপাতে হয়,

$$\therefore \frac{0{\cdot}490}{0{\cdot}664} = \frac{x}{28} \quad \text{বা, } x = \frac{0{\cdot}490 \times 28}{0{\cdot}664} = 20{\cdot}66$$

$\therefore$ প্রথম ধাতুর তুল্যাংকভার = 20·66

17. 0·362 gm. of a metal displaces 3·225 gm. of silver from a solution of silver nitrate. Calculate the equivalent weight of the metal. (Ag = 107·88, and its valency = 1) [H. S. 1965]

[সিলভার নাইট্রেট দ্রবণ হইতে 0·362 গ্রাম ওজনের একটি ধাতু 3·225 গ্রাম সিলভার প্রতিস্থাপিত করে। ধাতুর তুল্যাংকভার নির্ণয় কর।]

Ans. $\text{সিলভারের তুল্যাংকভার} = \dfrac{\text{সিলভারের পারমাণবিক ওজন}}{\text{যোজ্যতা}}$

$$= \frac{107 \cdot 88}{1} = 107 \cdot 88$$

প্রতিস্থাপন ধাতুর তুল্যাংকভারের অনুপাতে ঘটে, সুতরাং ধাতুটির তুল্যাংকভার x হইলে,

$$\frac{0 \cdot 362}{3 \cdot 225} = \frac{x}{107 \cdot 88} \quad \therefore \quad x = \frac{0 \cdot 362 \times 107 \cdot 88}{3 \cdot 225} = 12 \cdot 1$$

$\therefore$ ধাতুটির তুল্যাংকভার = 12·1.

18. The chloride of an element was converted quantitatively into the corresponding oxide and the following figures were obtained: 0·1827 g. of the chloride gave 0·1057 g. of the oxide. Calculate the equivalent weight of the element. Cl = 35·5.

[একটি মৌলের ক্লোরাইড লবণকে সম্পূর্ণরূপে মৌলটির অক্সাইডে পরিণত করা হইল। ইহাতে দেখা যায় যে 0·1827 গ্রাম ক্লোরাইড হইতে 0·1057 গ্রাম অক্সাইড পাওয়া যায়। মৌলটির তুল্যাংকভার নির্ণয় করা।]

Ans মৌলের তুল্যাংকভার x হইলে ($x + 35 \cdot 5$) গ্রাম ক্লোরাইড হইতে ($x + 8$) গ্রাম অক্সাইড পাওয়া যায়। $\because$ 35·5 ও 8 যথাক্রমে ক্লোরিন ও অক্সিজেনের তুল্যাংকভার। $\therefore \quad \dfrac{x+8}{x+35 \cdot 5} = \dfrac{0 \cdot 1057}{0 \cdot 1827} \quad \therefore \quad x = 29 \cdot 74.$

সুতরাং, মৌলটির তুল্যাংকভার = 29·74.

EXERCISE IX

1. 0·8016 g. of an element combines with 0·04032 g. of hydrogen. What is the equivalent weight of the element ?

[Ans. 20·04]

2. The hydride of an element contains 5·9 per cent of hydrogen. What is the equivalent weight of the element ?

[Ans. 16·067]

3. 0·825 g of an element combines with 0·208 g. of oxygen. What is the equivalent weight of the element ? [Ans. 31·73]

4. Magnesium oxide contains 60% of Mg. What is the equivalent weight of Mg ? [Ans. 12]

5. 0·683 g. of tin combines with oxygen to give 0·873 g. of tin oxide. What is the equivalent weight of tin ? [Ans. 29·75]

6. 0·81 g. of zinc is completely dissolved in conc. nitric acid and the residue on being strongly heated yields 1·01 g. of zinc oxide. Find the equivalent weight of zinc. [Ans. 32·4]

7. Iron forms two oxides with the following percentage compositions : (i) 77·77% iron. 22·23% oxygen ; (ii) 70% iron. 30% oxygen. Calculate the equivalents of iron in the two oxides. Is there any relationship between the two equivalents ?

[Ans. 27·99 ; তুল্যাংকের অনুপাত 3 : 2]

8 In an experiment to determine the equivalent of carbon it was found that 1·32 g. of carbon dioxide were obtained from 0·36 g. of carbon. Calculate the equivalent weight of carbon.

[Ans. 3]

9. When 3·18 g. of black copper oxide were reduced by hydrogen the resulting copper weighed 2·54 g. Calcutate the equivalent weight of copper oxide.

When 1·43 g. of red copper oxide were reduced similarly, 1·27 g. of copper were produced. Calculate the equivalent weight of copper in red copper oxide. Do you find any connection between the two equivalents ? How would you account for the different values for the equivalent weight of copper ? [Ans. 31·75 ; 63·5]

10. When 0·262 g. of carbon was burnt in oxygen 490 c. c. of carbon dioxide were produced at N. T. P. Calculate the equivalent weight of carbon.

[Hints. N. T. P.-তে 490 c. c. কার্বন ডাই-অক্সাইডের ওজন বাহির কর। 22·4 লি. কার্বন ডাই-অক্সাইডের N. T. P.-তে ওজন = 44 গ্রাম ইত্যাদি।]

[Ans. 3]

11. When hydrogn was passed over excess of strongly heated copper oxide, the oxide lost 59·789 g. and 67·28 g. of water were formed. Calculate the equivalent weight of oxygen. [Ans. 7·98]

12. When carbon monoxide was passed over heated cupric oxide 1·137 g. of carbon dioxide were produced and cupric oxide lost 0·413 g. in weight. Find the equivalent weight of carbon in carbon monoxide. [Ans. 6]

13. 3·51g. of a metal were converted into 5·33 g. of its chloride. The equivalent weight of chlorine is 35·5. Calculate that of the metal.

[Ans. 68·47]

14. 1·755 g. of a metal were converted into the chloride of the metal whose weight is 2·665 g. Calculate the equivalent weight of the metal. [Ans. 68·38]

15. The chloride of an element contains 52·75% of chlorine. What is the gram equivalent of the metal ? [Ans. 31·79 g.]

16. Iron combines with chlorine to give two compounds containing respectively 44·04 and 34·42% of iron. Calculate the two equivalents of iron. (Cal. I Sc.) [Ans. 27·91, 18·61]

17. The equivalent weight of magnesium and chlorine are respectively 12·16 and 35·46. What is the percentage of chlorine in anhydrous magnesium chloride ? [Ans, 74·46]

18. The equivalent of copper in cupric oxide is 31·8. What is the percentage composition of the oxide by weight ?

[Ans. Cu = 79·89% ; O = 20·11%]

19. If the equivalent weight of an element is 20·02, what is the percentage composition of its hydride ?

[Ans. H = 4·8% ; মৌল = 95·2%]

20. 2·2 g. of a metal liberated 0·184 g. of hydrogen from an acid. What is the equivalent weight of the metal? [Ans. 12]

21. 0·65 g. of a metal displaces 224 c. c. of dry hydrogen at N.T.P. What is the equivalent weight of the metal? [Ans. 32·5]

22. 0·1 g. of a metal displaces 124·4 c.c. of dry hydrogen at N.T.P. Calculate the equivalent weight of the metal. (Cal. I. Sc.) [Ans. 9]

23. 0·135 g. of a metal displaced from dilute acid 80 c. c. of hydrogen at 17°C and 760 mm. pressuce. What is the equivalent weight of the metal? [Ans. 20]

24. 0·177 g. of a metal when dissolved in dilute hydrochloric acid evolved 177 c. c. of hydrogen gas at 12°C and 766mm Find the gram-equivalent of the metal. [Ans. 11·76 g.]

25. 0·25 g. of a metal liberated 122·5 c. c. of hydrogen from hydrochloric acid, measured at 17°C and 750 mm. Calculate the equivalent weight of the metal. [Ans. 24·6]

26. 0·52 g. of a metal reacts with water to produce 270 c. c. of moist hydrogen measured over water at 12°C and 753 mm. pressure. Tension of aqueous vapour at 12°C is 10·5 mm. What is the equivalent weight of the metal? [Ans. 23]

27. 0·109 g. of a metal was dissolved in dilute acid and the hydrogen liberated was exploded with 27·84 c. c. of dry oxygen at 27°C and 750 mm. The residual hydrogen at the same temperature and pressure measured also 27·84 c. c. Calculate the equivalent weight of the metal. [Cal., I Sc., 1961]

[Hints : 27°C ও 750 mm. চাপে 27·84 c. c অক্সিজেনের প্রমাণ অবস্থায় আয়তন বাহির কর। ইহা 25 c. c. হইবে। 25 c. c. অক্সিজেনের জন্য হাইড্রোজেনের প্রয়োজন 2 × 25 বা 50 c. c.। অবশিষ্ট হাইড্রোজেনের প্রমাণ অবস্থায় আয়তন 25 c. c। সুতরাং ধাতুর দ্বারা নির্গত হাইড্রোজেনের প্রমাণ অবস্থায় মোট আয়তন = 50 + 25 = 75 = c.c. এবং ইহার ওজন = 75 × ·00009 গ্রাম।

$$\therefore \text{ ধাতুর তুল্যাংকভার} = \frac{0·109 \times 1·008}{75 \times ·00009} = 16·27 \text{।}$$

28. Calculate the volume of hydrogen at N. T. P. which would be obtained by the action of dil. acid on 1·45 g. of a metal of which the equivalent weight is 9.

[Hints : 9 গ্রাম ধাতু নির্গত করে 1·008 গ্রাম হাইড্রোজেন,

$$\therefore \text{ 1·45 গ্রাম ধাতু নির্গত করে } \frac{1·008 \times 1·45}{9}$$

বা 0·1624 গ্রাম হাইড্রোজন। 2 গ্রাম হাইড্রোজেনের N. T. P.-তে আয়তন 22·4 লিটার। সুতরাং 0·1624 গ্রাম হাইড্রোজেনের N. T. P.-তে আয়তন, ইত্যাদি।] (Ans. 1·819 litres)

29. 1 g of a metallic chloride gave 0·965 g. of silver chloride on treatment with silver nitrate. What is the equivalent weight of the metal ? [Ans. 113·5]

30. 1·49 g. of potassium chloride gave 2·87 g. of silver chloride on treatment with silver nitrate solution. Calculate the equivalent weight of potassium. (Calcutta. I. Sc) [Ans. 39]

31. 2·923 g. of sodium chloride were treated with excess of silver nitrate solution. The precipitated silver chloride, after drying, weighed 7·167 g. Calculate the equivalent weight of sodium.

[Ans. 23]

32. 2·8 g. of zinc chloride require 4·433 g. of silver for completely precipitating the chlorine as silver chloride Assuming the equivalent weights of silver and chlorine to be 107·88 and 35·46 respectively calculate the equivalent weight of zinc.

[Hints. 107·88 গ্রাম সিলভার যুক্ত থাকে 35·46 গ্রাম ক্লোরিনের সহিত। সুতরাং, 4·433 গ্রাম সিলভারের সহিত যুক্ত ক্লোরিনের ওজন $= \frac{35·46 \times 4·433}{107·88}$ বা 1·457 গ্রাম। জিংকের ওজন $= (2·8 - 1·457)$ বা 1·343 গ্রাম। অতএব, জিংকের তুল্যাংকভার $= \frac{35·46 \times 1·343}{10·457} = 33·68$.]

33. What weight of a metal of equivalent weight 12·16 will give 0·2391 g. of its chloride ? Equivalent weight of chlorine is 35·46.

[Hints. (12.16+35.46) গ্রাম ক্লোরাইড পাওয়া যায় 12.16 গ্রাম ধাতু হইতে। সুতরাং 0.2391 গ্রাম ক্লোরাইড পাওয়া যাইবে ইত্যাদি। (13নং উদাহরণ দেখ, পৃষ্ঠা 440)] [Ans. 0.0608 g.]

34. What weight of the oxide of a metal of equivalent weight 9 would be obtained from 2 g. of the metal? [Ans. 3.77 g.]

35. 1.73 g. of cupric sulphide contain 1.15 g. of copper while hydrogen sulphide contains 94.1 per cent of sulphur. What is the equivalent weight of copper? [Ans. 31.6]

36. 0.3834 g. of iron was placed in a solution of copper sulphate and the weight of the deposited copper was 0.4365 g. If the equivalent weight of copper is 31.78, what is that of iron?

[Ans. 27.92]

37. 1.03 g. of zinc deposit 1 g. of copper from copper sulphate solution, Calculate the equivalent weight of copper, assuming that of zinc to be 32.5. [Ans. 31.55]

38. In an experiment 2.470 g. of copper oxide were obtained by oxidising 1.986 g. of copper by nitric acid ; 0.335 g. of copper was precipitated by 0.346 g. of zinc from a solution of copper sulphate, Find the equivalent of zinc.

[Hints. প্রথম উপাত্ত হইতে কপারের তুল্যাংক বাহির করিয়া লও।

[Ans. 33.88]

39. 0.5 g. of a metal A displaces 4.5 g. of another metal B from its salt. The chloride of the metal A contains 27.63% of chlorine. What is the equivalent weight of the metal B?

[Ans. 108.61]

40 363 c. c. of hydrogen at 15°C and 756 mm. were liberated from dilute sulphuric acid by 1 g. of zinc : 0.973 g. of copper was deposited by the action of a solution of copper sulphate on 1 g. of zinc. Calculate the equivalents of zinc and copper. (London. Matric)

[Ans. Zn. 32.44 ; Cu 31.56]

41. (a) 0.2433 gm. of a chloride of a metal M gave with slight excess of silver nitrate 0.6450 gm. of silver chloride from its

aqueous solution acidified with nitric acid. Using the standard 35·457 as the equivalent of chlorine, calculate the equivalent of M. Silver, which is univalent, has the atomic weight 107·88.

(b) 0·2234 gm. of M added to cupric sulphate solution, dissolved completely giving a precipitate of 0·2543 gm. of metallic copper. Calculate the equivalent of M using 63·57 as the atomic weight of copper.

Account for the discrepancy in the values of equivalent of M as determined in (a) and (b). Suggest the atomic weight of M and the name of the metal, if possible. [H. S. 1967]

[Ans. (a) 441 পৃষ্ঠার 15 নং উদাহরণের ন্যায়। M ধাতুর তুল্যাংক x হইলে,

$$\frac{\text{ধাতব ক্লোরাইডের ওজন}}{\text{সিলভার ক্লোরাইডের ওজন}}=\frac{x+35{\cdot}457}{107{\cdot}88+35{\cdot}457}=\frac{x+35{\cdot}457}{143{\cdot}337}$$

$$\therefore \quad \frac{0{\cdot}2433}{0{\cdot}6450}=\frac{x+35{\cdot}457}{143{\cdot}337}$$

$$\therefore \quad x=\left(\frac{0{\cdot}2433}{0{\cdot}6450}\times 143{\cdot}337\right)-35{\cdot}457=18{\cdot}611$$

$\therefore$ M ধাতুর তুল্যাংকভার$=18{\cdot}611$

(b) Cu-এর পারমাণবিক ওজন 63·57। $CuSO_4$-এ Cu-এর যোজ্যতা 2। সুতরাং, Cu-এর তুল্যাংকভার$=63{\cdot}57\div 2=31{\cdot}785$.

M ধাতুর তুল্যাংকভার x হইলে, যেহেতু প্রতিস্থাপন তুল্যাংকভারের অনুপাতে ঘটে সুতরাং,

$$\frac{0{\cdot}2234}{0{\cdot}2543}=\frac{x}{31{\cdot}785} \quad \therefore \quad x=\frac{0{\cdot}2234\times 31{\cdot}785}{0{\cdot}2543}=27{\cdot}922$$

M ধাতুর তুল্যাংক$=27{\cdot}922$।

যৌগের একাধিক যোজ্যতা থাকিলে উহার তুল্যাংক বিভিন্ন হয়। দুই ক্ষেত্রে M ধাতুর তুল্যাংকের মান ভিন্ন। কারণ M ধাতুটি বিভিন্ন যোজ্যতার সাহায্যে যৌগ গঠন করিয়াছে। (a)-এর ক্ষেত্রে M ধাতুর পারমাণবিক ওজন হইতে পারে, $18{\cdot}611\times 1$ বা $18{\cdot}611\times 2$ বা $18{\cdot}611\times 3$ বা $18{\cdot}611\times 4$, যেখানে 1,

2, 3, 4 ইত্যাদি M-এর যোজ্যতা। (b)-এর ক্ষেত্রে উহার পারমাণবিক ওজন হইতে পারে 27·922×1 বা 27·922×2 বা 27 922×3 বা 27·922×4 ইত্যাদি। [কারণ, পারমাণবিক ওজন=তুল্যাংকভার×যোজ্যতা)। M-এর পারমাণবিক ওজন একই। সুতরাং 18 611×3 বা 27·922×2 অর্থাৎ 55·844 M-এর পারমাণবিক ওজন। ধাতুটি আয়রন।

Q. 198. State Dulong and Petit's law. Explain its application in the determination of atomic weights of elements.

[H. S 1964 (Comp.), '67 (Comp.) '68, '71]

[ডুলং ও পেটিট সূত্র বিবৃত কর। মৌলিক পদার্থের পারমাণবিক ওজন নির্ণয়ে ইহার প্রয়োগ ব্যাখ্যা কর।]

Ans. ডুলং ও পেটিট সূত্র—কোন কঠিন মৌলিক পদার্থের পারমাণবিক তাপ (atomic heat) অর্থাৎ মৌলিক পদার্থের পারমাণবিক ওজন ও উহার আপেক্ষিক তাপের গুণফল সর্বদা একই এবং উহার পরিমাণ প্রায় 6·4। এই অনুসারে পারমাণবিক ওজন×আপেক্ষিক তাপ=6 4 (আনুমানিক)।

$$\therefore \text{ আনুমানিক পারমাণবিক ওজন} = \frac{6\ 4}{\text{আপেক্ষিক তাপ}}$$

সুতরাং এই সূত্রের সাহায্যে পারমাণবিক ওজন নির্ণয় করিতে হইলে প্রথমে কঠিন মৌলিক পদার্থটির আপেক্ষিক তাপ নির্ণয় করিতে হয়। 6 4-কে আপেক্ষিক তাপ দ্বারা ভাগ করিলে যে ভাগফল পাওয়া যায় তাহাই ঐ মৌলিক পদার্থের আনুমানিক পারমাণবিক ওজন। আমরা জানি, $\text{যোজ্যতা} = \frac{\text{পারমাণবিক ওজন}}{\text{তুল্যাংক ভার}}$

অতএব, এই সূত্রানুযায়ী আনুমানিক পারমাণবিক ওজনকে তুল্যাংকভার (যাহা পরীক্ষার সাহায্যে সঠিক ভাবে নির্ণয় করা যায়) দ্বারা ভাগ করিলে যোজ্যতার পরিমাণ জানা যায়। এই ভাগফলের আসন্ন পূর্ণ সংখ্যাটিকে পরমাণুর সঠিক যোজ্যতা-রূপে ধরা হয়, কারণ যোজ্যতা ভগ্নাংশ হইতে পারে না। এইভাবে যোজ্যতা জানিয়া মৌলিক পদার্থের তুল্যাংকভারকে উহার যোজ্যতা দ্বারা গুণ করিলে যে গুণফল হয় তাহাই মৌলিক পদার্থের সঠিক পারমাণবিক ওজন।

সীমাবদ্ধতা—এই সূত্রের সাহায্যে কেবলমাত্র কঠিন পদার্থের আনুমানিক

পারমাণবিক ওজন নির্ণয় করা যায়। কঠিন মৌলিক পদার্থের মধ্যে কার্বন, সিলিকন, বোরোন ইত্যাদি কয়েকটির ক্ষেত্রে ডুলং ও পেটিট সূত্র খাটে না।

Q. 199. (a) What are isomorphous substances ? Give examples.

[H. S. 1971 ; 73]

(b) State Mitscherlich's law of isomorphism and explain its application in determining atomic weights of elements.

[H. S. 1968 (Comp.)]

[(a) সমাকৃতি পদার্থ কাহাকে বলে ? উদাহরণ দাও। (b) মিত্সারলিসের সমাকৃতিত্ব-সূত্র বিবৃত কর এবং মৌলের পারমাণবিক ওজন নির্ণয়ে ইহার প্রয়োগ ব্যাখ্যা কর।]

Ans. (a) **সমাকৃতি পদার্থ**—দুইটি পদার্থের মধ্যে নিম্নলিখিত লক্ষণগুলি থাকিলে উহাদের সমাকৃতি পদার্থ বলা হয়—(i) দুইটি পদার্থের কেলাস একই আকৃতি-বিশিষ্ট হয়। (ii) দুইটি পদার্থের মিশ্র দ্রবণ কেলাসিত করিলে উৎপন্ন সমসত্ত্ব কেলাস উভয় পদার্থ লইয়া গঠিত হয়। (iii) যে কোন একটি পদার্থের সংপৃক্ত দ্রবণে অপর পদার্থটির একটি ছোট কেলাস রাখিলে ঐ ছোট কেলাসের উপর প্রথম পদার্থ জমিয়া উহার আয়তন বৃদ্ধি করে।

সমাকৃতি যৌগিক পদার্থের উদাহরণ—জিংক সালফেট : ($ZnSO_4$, $7H_2O$) এবং ফেরাস সালফেট ($FeSO_4$, $7H_2O$) ; পটাসিয়াম সালফেট (K_2SO_4) ও পটাসিয়াম ক্রোমেট (K_2CrO_4) ; কপার সালফাইড (Cu_2S) ও সিলভার সালফাইড (Ag_2S) ; পটাস অ্যালাম, K_2SO_4, $Al_2(SO_4)_3$, $24H_2O$ এবং ক্রোম্ অ্যালাম, K_2SO_4, $Cr_2(SO_4)_3$, $24H_2O$.

(b) **মিত্সারলিসের সমাকৃতিত্ব-সূত্র**—দুইটি সমাকৃতি পদার্থে সমান সংখ্যক পরমাণু একই রকমে যুক্ত থাকে। ইহাদের সমাকৃতিত্ব ইহাদের পরমাণুর সংখ্যা ও অবস্থানের উপর নির্ভর করে, পরমাণুর রাসায়নিক প্রকৃতির উপর নির্ভর করে না।

পারমাণবিক ওজন নির্ণয়—মনে করা হইল একটি ধাতুর (M) সালফেট $ZnSO_4$, $7H_2O$-এর সহিত সমাকৃতি-সম্পন্ন এবং উহাতে শতকরা a ভাগ ধাতু আছে। এই ধাতুটির পারমাণবিক ওজন নির্ণয় করিতে হইবে।

সমাকৃতিত্ব সূত্রানুযায়ী দুইটি সমাকৃতি পদার্থের অণুতে যে মৌলটি ভিন্ন তাহার পরমাণু-সংখ্যা একই হইবে। $ZnSO_4$, $7H_2O$-তে একটি Zn পরমাণু আছে। সমাকৃতি লবণটিতে উহার পরিবর্তে এক পরমাণু ধাতু (M) থাকিবে। সুতরাং, সমাকৃতি সালফেট লবণের সংকেত MSO_4, $7H_2O$-রূপে লেখা যায়। ধাতুটির (M) পারমাণবিক ওজন যদি x হয় তবে $MSO_4, 7H_2O$-এর আণবিক ওজন $=x+32+64+126=x+222$। সুতরাং ইহাতে M-এর শতকরা মাত্রা $\frac{x\times 100}{x+222}$, অতএব $\frac{x\times 100}{x+222}=a$। সুতরাং লবণে ধাতুটির শতকরা মাত্রা (a) জানা থাকিলে ধাতুর পারমাণবিক ওজন (x) নির্ণয় করা যায়।

Q. 200. How would you proceed to determine the exact atomic weight of an element ?

[H. S. 1963 (Comp.), 1965, '66 (Comp.)]

[একটি মৌলিক পদার্থের সঠিক পারমাণবিক ওজন নির্ণয়ের জন্য কি কি করিবে ?]

Ans. মৌলিক পদার্থের পারমাণবিক ওজন=তুল্যাংকভার×যোজ্যতা, এই সম্পর্ক হইতে কোন মৌলের সঠিক পারমাণবিক ওজন নির্ণয় করা যায়।

সুতরাং পারমাণবিক ওজন নির্ণয় করিতে হইলে মৌলের তুল্যাংকভার ও যোজ্যতা জানা থাকা প্রয়োজন। এইজন্য নিম্নলিখিত পদ্ধতি অবলম্বন করা হয়।

(i) উপযুক্ত রাসায়নিক পদ্ধতিতে মৌলটির তুল্যাংকভার সঠিকভাবে নির্ণয় করা হয়।

(ii) ডুলং ও পেটিট সূত্র, অ্যাভোগাড্রো প্রকল্প, মিত্‌সারলিসের সমাকৃতিত্ব-সূত্র ইত্যাদির যে-কোন একটির সাহায্যে অতঃপর মৌলটির আনুমানিক পারমাণবিক ওজন নির্ণয় করা হয়।

(iii) আনুমানিক পারমাণবিক ওজনকে মৌলের তুল্যাংকভার দ্বারা ভাগ করিলে যে ভাগফল পাওয়া যায় তাহা মৌলটির যোজ্যতা। পারমাণবিক ওজন আনুমানিক বলিয়া ভাগফল ভগ্নাংশ হইতে পারে। সেইজন্য ভগ্নাংশের নিকটতম পূর্ণ সংখ্যাটিকে মৌলের যোজ্যতারূপে ধরা হয়, কারণ যোজ্যতা ভগ্নাংশ হইতে পারে না।

(iv) অতঃপর মৌলের তুল্যাংকভারকে এই যোজ্যতা দ্বারা গুণ করিয়া যে গুণফল পাওয়া যায় তাহাই মৌলের সঠিক পারমাণবিক ওজন।

Q 201. Discuss briefly the methods of determining the atomic weights of elements. [Cal., I Sc]

[মৌলিক পদার্থের পারমাণবিক ওজন নির্ণয় করিবার বিভিন্ন পদ্ধতি সংক্ষেপে আলোচনা কর।]

Ans. মৌলিক পদার্থের পারমাণবিক ওজন নির্ণয় করিবার বিভিন্ন পদ্ধতির মধ্যে কয়েকটি নিম্নে উল্লেখ করা হইল।

(a) **ডুলং ও পেটিট-সূত্রের সাহায্যে** –198 নং প্রশ্নোত্তর দেখ।

(b) **মিত্‌সারলিসের সমাকৃতিত্ব-সূত্রের সাহায্যে**—199 (b) নং প্রশ্নোত্তর দেখ।

(c) **অ্যাভোগাড্রোর প্রকল্পের সাহায্যে**—148 নং প্রশ্নোত্তর দেখ। ইহা ক্যানিজারো (Cannizzaro) পদ্ধতি নামে পরিচিত।

দ্বিতীয় পদ্ধতি—কোন মৌলিক গ্যাসীয় পদার্থের পারমাণবিকতা (atomicity) (অর্থাৎ উহার প্রতি অণুতে পরমাণুর সংখ্যা) জানিলে নিম্ন সম্পর্ক হইতে মৌলের পারমাণবিক ওজন নির্ণয় করা যায়।

$$\text{পারমাণবিক ওজন} = \frac{\text{আণবিক ওজন}}{\text{পারমাণবিকতা}}$$

গ্যাসের আপেক্ষিক-ঘনত্ব নির্ণয় করিয়া উহাকে দ্বিগুণ করিলে আণবিক ওজন পাওয়া যায়। কারণ, আণবিক ওজন $= 2 \times$ আপেক্ষিক ঘনত্ব। অ্যাভোগাড্রোর প্রকল্পের সাহায্যে ইহা প্রমাণ করা যায় (146 নং প্রশ্নোত্তর অনুসারে প্রমাণ কর)।

উদাহরণ—পরীক্ষার সাহায্যে দেখা যায় যে আর্গনের আপেক্ষিক ঘনত্ব 19·95. সুতরাং ইহার আণবিক ওজন $= 2 \times 19{\cdot}95 = 39{\cdot}9$.

আবার, আর্গনের পারমাণবিকতা $= 1$; সুতরাং আর্গনের পারমাণবিক ওজন $= 39{\cdot}9 \div 1 = 39{\cdot}9$.

(d) **তুল্যাংকভারের সাহায্যে**—200 নং প্রশ্নোত্তর দেখ।

Numerical Examples [গাণিতিক উদাহরণ]

1. The specific heat of an element is 0·198. What is its probable atomic weight ?

[একটি মৌলের আপেক্ষিক তাপ 0·198 হইলে মৌলটির সম্ভাব্য পারমাণবিক ওজন কত ?]

Ans. ডুলং ও পেটিট সূত্রানুযায়ী,

পারমাণবিক ওজন × আপেক্ষিক তাপ = 6·4 (আনুমানিক)

∴ সম্ভাব্য পারমাণবিক ওজন $= \frac{6 \cdot 4}{\text{আপেক্ষিক তাপ}} = \frac{6 \cdot 4}{\cdot 198} = 32 \cdot 32.$

2. The sulphate of a metal contains 20·9% of the metal and is isomorphous with $ZnSO_4$, $7H_2O$. What is the probable atomic weight of the metal ?

[একটি ধাতুর সালফেট লবণে শতকরা 20·9 ভাগ ধাতু আছে এবং ইহা $ZnSO_4$, $7H_2O$-এর সহিত সমাকৃতি-সম্পন্ন। ধাতুর সম্ভাব্য পারমাণবিক ওজন কত ?]

Ans. ধাতুর সালফেট লবণ $ZnSO_4$, $7H_2O$-এর সহিত সমাকৃতি-সম্পন্ন। সুতরাং লবণের সংকেত হইবে MSO_4, $7H_2O$ যেখানে M ধাতুর চিহ্ন। M-এর পারমাণবিক ওজন যদি x হয়, তবে MSO_4, $7H_2O$-এর আণবিক ওজন $= x + 32 + 64 + 126 = x + 222$। সুতরাং ইহাতে M-এর শতকরা মাত্রা $= \frac{x \times 100}{x + 222}$

∴ $\frac{x \times 100}{x + 222} = 20 \cdot 9$, বা $x = 58 \cdot 66$.

সুতরাং ধাতুর সম্ভাব্য পারমাণবিক ওজন = 58·66.

3. What is the valency of an element of which the equivalent weight is 17·8 and the specific heat is 0·124 ?

[যে মৌলের তুল্যাংকভার 17·8 এবং আপেক্ষিক তাপ 0·124 তাহার যোজ্যতা কত ?]

Ans. ডুলং ও পেটিট সূত্রানুযায়ী,

পারমাণবিক ওজন × আপেক্ষিক তাপ = 6·4 (আনুমানিক)

∴ আনুমানিক পারমাণবিক ওজন $= \frac{6·4}{\text{আপেক্ষিক তাপ}} = \frac{6·4}{0·124} = 51·61$

∴ যোজ্যতা $= \frac{\text{পারমাণবিক ওজন}}{\text{তুল্যাংকভার}} = \frac{51·61}{17·8} = 2·9$ অর্থাৎ 3 কারণ যোজ্যতা ভগ্নাংশ হইতে পারে না। ∴ মৌলটির যোজ্যতা = 3.

4. An element A forms a chloride which is isomorphous with potassium chloride and contains 25·87 per cent of chlorine. Calculate the atomic weight of A.

Ans A মৌলের ক্লোরাইডটি KCl-এর সমাকৃতি-সম্পন্ন। সুতরাং উহার আণবিক সংকেত ACl এবং ইহার যোজ্যতা 1 হইবে। ক্লোরাইডটিতে ক্লোরিনের শতকরা ওজন = 25·87 গ্রাম এবং মৌলটির ওজন (100 − 25·87) = 74 13 গ্রাম।

∴ A-এর তুল্যাংকভার $= \frac{74·13 \times 35·46}{25\ 87} = 101\ 7$

∴ পারমাণবিক ওজন = তুল্যাংকভার × যোজ্যতা = 101·7 × 1 = 101·7

5. Illustrate Dulong and Petit's law, assuming 0·2143 as specific heat and 9 as equivalent weight of the element.

[H. S. 1968]

Ans. ডুলং ও পেটিট-এর সূত্র অনুযায়ী—

পারমাণবিক ওজন × আপেক্ষিক তাপ = 6·4 (আনুমানিক)

∴ আনুমানিক পারমাণবিক ওজন $= \frac{6·4}{\text{আপেক্ষিক তাপ}} = \frac{6·4}{0·2143} = 29·85$

∴ যোজ্যতা $= \frac{\text{পারমাণবিক ওজন}}{\text{তুল্যাংকভার}} = \frac{29\ 85}{9} = 3·31$ অর্থাৎ 3

(নিকটতম পূর্ণ-সংখ্যা, কারণ যোজ্যতা ভগ্নাংশ হইতে পারে না।)

∴ মৌলের সঠিক পারমাণবিক ওজন = তুল্যাংকভার × যোজ্যতা

= 9 × 3 = 27।

6. The specific heat of a metal is 0·063. 1·1148 g. of the metal were converted into 1·3634 g of its oxide. What is the exact atomic weight of the metal?

[একটি ধাতুর আপেক্ষিক তাপ 0·063। 1·1184 গ্রাম ধাতুকে অক্সাইডে পরিণত করিলে অক্সাইডের ওজন হয় 1·3634 গ্রাম। ধাতুর সঠিক পারমাণবিক ওজন কত ?]

Ans. ধাতুর অক্সাইডের ওজন=1·3634 গ্রাম ; ধাতুর ওজন=1·1148 গ্রাম।

∴ যুক্ত অক্সিজেনের ওজন=(1·3634−1·1148) বা 0 2486 গ্রাম।

∴ ধাতুর তুল্যাংকভার $=\frac{1·1148\times8}{0·24ঌ6}=35·87$

ডুলং ও পেটিট সূত্রানুযায়ী,

পারমাণবিক ওজন × আপেক্ষিক তাপ=6·4 (আনুমানিক)

∴ আনুমানিক পারমাণবিক ওজন $=\frac{6\ 4}{0·063}=100$

∴ যোজ্যতা $=\frac{\text{পারমাণবিক ওজন}}{\text{তুল্যাংকভার}}=\frac{100}{35·87}=2·8$ অর্থাৎ 3।

কারণ যোজ্যতা ভগ্নাংশ হইতে পারে না।

∴ সঠিক পারমাণবিক ওজন=তুল্যাংকভার × যোজ্যতা=35·87 × 3

=107 61

7. The specific heat of a metal is 0·281, aud 0·5845 g. of its chloride contains 0·2299 g. of the metal. What is the exact atomic weight of the metal ?

[একটি ধাতুর আপেক্ষিক তাপ 0 281 এবং 0·5845 গ্রাম ঐ ধাতুর ক্লোরাইডে 0·2299 গ্রাম ধাতু আছে। ধাতুটির সঠিক পারমাণবিক ওজন কত ?]

Ans. ডুলং ও পেটিট-এর সূত্রানুযায়ী,

আনুমানিক পারমাণবিক ওজন $=\frac{6\ 4}{0·281}=22\ 77$

ধাতব ক্লোরাইড=0 5845 গ্রাম ; ধাতু=0·2299 গ্রাম ;

সুতরাং ক্লোরিন=(0·5845−0·2299)=·3546 গ্রাম ;

∴ ধাতুর তুল্যাংকভার $=\frac{0·2299\times35·46}{·3546}=22\ 99$

∴ ধাতুর যোজ্যতা $= \frac{\text{পারমাণবিক ওজন}}{\text{তুল্যাংকভার}} = \frac{22.77}{22.99} = .99$

অর্থাৎ যোজ্যতা $= 1$, কারণ যোজ্যতা ভগ্নাংশ হইতে পারে না।

সুতরাং, সঠিক পারমাণবিক ওজন $= 22.99 \times 1 = 22.99$।

8. The oxide of a solid metallic element contains 65.2% of the element. Its atomic weight is 45. What is the valency of the element ? What is the formula of its oxide ?

[একটি কঠিন ধাতব মৌলের অক্সাইডে 65.2% ধাতু আছে। ইহার পারমাণবিক গুরুত্ব 45 হইলে যোজ্যতা কত হইবে ? ইহার অক্সাইডের সংকেত কি ?

[H. S. 1972]

Ans. ধাতব মৌলের ওজন $= 65.2$ ভাগ ;

∴ অক্সিজেনের ওজন $= (100 - 65.2) = 34.8$ ভাগ।

∴ ধাতুর তুল্যাংকভার $= \frac{65.2 \times 8}{34.8} = 15$

∴ ধাতুর যোজ্যতা $= \frac{\text{পারমাণবিক ওজন}}{\text{তুল্যাংকভার}} = \frac{45}{15} = 3$।

ধাতব অক্সাইডের সংকেত $= M_2O_3$, $M =$ ধাতুর চিহ্ন।

9. 0.49 g. of a metal when dissolved in dilute hydrochloric acid gave 295 c. c of dry hydrogen at 22°C and 752 mm. pressure. The specific heat of the metal was found to be 0.152. Find the exact atomic weight of the metal. (Calcutta, I. Sc.)

[একটি ধাতুর 0.49 গ্রাম হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডে দ্রবীভূত হইয়া 22°C ও 752 mm. চাপে 295 c. c. শুষ্ক হাইড্রোজেন উৎপন্ন করে। ধাতুটির আপেক্ষিক তাপ 0.152। ধাতুটির সঠিক পারমাণবিক ওজন নির্ণয় কর।]

Ans. প্রমাণ অবস্থায় হাইড্রোজেনের আয়তন V c. c. হইলে,

$$\frac{295 \times 752}{273 + 22} = \frac{V \times 760}{273} \quad \text{বা} \quad V = \frac{295 \times 752 \times 273}{295 \times 760} = 270.1 \text{ c c.}$$

সুতরাং, ধাতুর তুল্যাংকভার $= \frac{0.49 \times 1.008}{270.1 \times .00009} = 20.31$

ডুলং ও পেটিট-এর সূত্রানুযায়ী,

পারমাণবিক ওজন × আপেক্ষিক তাপ = 6·4 (আনুমানিক)

$\therefore$ সম্ভাব্য পারমাণবিক ওজন $= \frac{6·4}{\text{আপেক্ষিক তাপ}} = \frac{6·4}{0·152} = 42·1$

$\therefore$ যোজ্যতা $= \frac{\text{পারমাণবিক ওজন}}{\text{তুল্যাংকভার}} = \frac{42·1}{20·31} = 2$ (নিকটতম পূর্ণ সংখ্যা, কারণ যোজ্যতা ভগ্নাংশ হইতে পারে না।)

$\therefore$ সঠিক পারমাণবিক ওজন $= 20·31 \times 2 = 40·62$.

10. 0·1 gm. of a metal completely dissolved in dilute sulphuric acid liberate 34·26 ml. of dry hydrogen at N. T. P. Calculate the equivalent weight of the metal

The solution left on evaporation in a desiccator a white crystalline compound isomorphous with $FeSO_4, 7H_2O$ Molecular weight of the compound was approximately 287 Calculate the exact atomic weight of the element.

[Use the data : gram molecular volume of a gas is 22·4 litres at N. T. P., and atomic weight of sulphur is 32] [H. S. 1966]

Ans. N.T.P.-তে 22·4 লিটার হাইড্রোজেনের ওজন = 2·016 গ্রাম

$\therefore$ N.T.P.-তে 34·26 মিলিলিটার " " $= \frac{2.016 \times 34·26}{22·4 \times 1000}$ গ্রাম।

$\therefore$ ধাতুর তুল্যাংকভার $= \frac{\text{ধাতুর ওজন} \times 1·008}{\text{হাইড্রোজেনের ওজন}}$

$$= \frac{0·1 \times 22·4 \times 1000 \times 1·008}{2·016 \times 34·26} = 32·69$$

ধাতুর সালফিউরিক অ্যাসিডে দ্রবীভূত হইয়া সালফেট লবণের দ্রবণে পরিণত হইয়াছে। বাষ্পায়িত করিলে ঐ ধাতুর সালফেটের কেলাস পাওয়া যায় এবং ইহা $FeSO_4, 7H_2O$-এর সহিত সমাকৃতি-সম্পন্ন।

মনে করা হইল, ধাতুর চিহ্ন M এবং পারমাণবিক ওজন x।

সুতরাং ধাতব সালফেটের সংকেত হইবে $MSO_4, 7H_2O$।

ইহার আণবিক ওজন$=x+32+64+126=x+222$

$\therefore \quad x+222=287, \qquad \therefore \quad x=65.$

স্থতরাং ধাতুর সম্ভাব্য পারমাণবিক ওজন$=65$

ধাতুর যোজ্যতা$=65\div32\cdot69=2$ (নিকটতম পূর্ণসংখ্যা)

[সমাকৃতি পদার্থ দুইটির সংকেত বিচার করিয়াও বলা যায় যে M ধাতুর যোজ্যতা 2।]

$\therefore$ ধাতুর সঠিক পারমাণবিক ওজন=তুল্যাংকভার × যোজ্যতা

$=32\ 69\times2=65\cdot38$।

11. The relative density of the chloride of an element (M) is 66 and the oxide of the element contains 53% of the element. Calculate the valency and the atomic weight of the element.

[একটি মৌলের (M) ক্লোরাইডের আপেক্ষিক ঘনত্ব 66 এবং মৌলের অক্সাইডে মৌলের পরিমাণ শতকরা 53 ভাগ। মৌলটির যোজ্যতা ও পারমাণবিক ওজন নির্ণয় কর।]

Ans. M মৌলের অক্সাইডে মৌলের শতকরা ওজন=53 ভাগ ;

$\therefore$ অক্সিজেনের ওজন=(100 − 53) বা 47 ভাগ।

$\therefore$ মৌলের তুল্যাংক$=\dfrac{53\times8}{47}=9\cdot02$

মনে করা হইল, মৌলের যোজ্যতা x ; স্থতরাং ক্লোরাইডের সংকেত MCl_x.

M-এর পারমাণবিক ওজন=তুল্যাংকভার × যোজ্যতা$=9\cdot02\times x$; ক্লোরাইডের আণবিক ওজন$=(9\ 02\times x+35\cdot46x)$।

আবার, ক্লোরাইডের আপেক্ষিক ঘনত্ব=66 ; স্থতরাং আণবিক ওজন$=66\times2=132$। স্থতরাং $(9\cdot02x+35\cdot46x)=132$ বা, $x=2\cdot9$ অর্থাৎ 3, কারণ যোজ্যতা ভগ্নাংশ হইতে পারে না বলিয়া নিকটতম পূর্ণ-সংখ্যা লওয়া হইয়াছে। স্থতরাং যোজ্যতা=3.

অতএব, মৌলের পারমাণবিক ওজন=মৌলের তুল্যাংকভার × যোজ্যতা$=9\cdot02\times3=27\cdot06$.

EXERCISE X

1. The specific heat of a metal is '048. What is its probable atomic weight? [Ans. 133'3]

2. What is the approximate atomic weight of an element whose specific heat is 0'324? [Ans. 197'5]

3. What is the specific heat of an element whose atomic weight is 137? [Ans. '017 approx.]

4. An element M forms a chloride, which contains 29'34% by weight of chlorine, and is isomorphous with KCl. Calculate the atomic weight of M and explain clearly the theoretical principle you use in your calculations. (Calcutta. I. Sc.) [Ans. 85'5]

5. Potassium selenate is isomorphous with potassium sulphate and contains 35'77 per cent of selenium. Calculate the atomic weight of selenium (Symbol—Se).

[পটাসিয়াম সালফেটের আণবিক সংকেত K_2SO_4 ; পটাসিয়াম সালফেটের সহিত সমাকৃতি-সম্পন্ন বলিয়া পটাসিয়াম সেলেনেটের আণবিক সংকেত হইবে K_2SeO_4 এবং ইহার আণবিক ওজন $= 2 \times 39{\cdot}1 + x + 4 \times 16 = 142{\cdot}2 + x$, যেখানে x = সেলেনিয়ামের পারমাণবিক ওজন।

∴ সেলেনিয়ামের শতকরা মাত্রা $= \dfrac{x}{142{\cdot}2 + x} \times 100$

$\therefore \dfrac{x}{142{\cdot}2 + x} \times 100 = 35{\cdot}77$, বা $x = 79{\cdot}16$.

∴ সেলেনিয়ামের পারমাণবিক ওজন $= 79{\cdot}16$.]

6. The sulphate of a metal is isomorphous with $MgSO_4$, $7H_2O$ and contains 22'7% of the metal. What is the probable atomic weight of the metal? [Ans. 65'19]

7. $KMnO_4$ is isomorphous with $KClO_4$ and contains 34'81 per cent of manganese. What is the atomic weight of manganese? [Ans. 55]

8. The specific heat of an element is 0'21 and its chemical

equivalent is 9. What multiple of the latter should be taken as its atomic weight ? [Hints. যোজ্যতা নির্ণয় কর। Ans. 3]

9. What is the probable atomic weight of an element whose specific heat is 0·198 ? [Ans. 32·82]

10. What is the valency of an element of which the equivalent weight is 29·75 and the approximate atomic weight is 120·5 ? [Ans. 4]

11. What would be the atomic weight of an element of which the equivalent weight is 37·8 and the valency is 3 ? [Ans. 113·4]

12. The equivalent weight of an element is 37·8 and its specific heat is 0·057. What is its exact atomic weight ? [Ans. 113·4]

13 The hydride of an element of atomic weight 32 contains 5·9 per cent of hydrogen. What is the valency of the element ? [Ans. 2]

14. 0·12 g. of a metal of atomic weight 24 displaces 112 c.c. of hydrogen at N.T.P. What is the valency of the metal ? [Ans. 2]

15. An element A has two equivalent weight, 18·67 and 28. Its specific heat is 0·12. What are its (*a*) exact atomic weight, (*b*) its two valencies, (*c*) formulae of its two chlorides ?

[Ans. (*a*) 56 (*b*) 3,2 (*c*) ACl_3, ACl_2]

16. 0·5 g of a di-valent metal, when dissolved in dilute H_2SO_4, produced 200 c.c. of hydrogen at N.T.P. Calculate the atomic weight of the metal. (11·2 litres of hydrogen at N.T.P. weigh 1 g.) [Ans. 56]

17. 0·1 g. of a metal of which the specific heat is 0·214 on solution in HCl, displaced 124·4 c.c. of dry hydrogen at N.T.P. Calculate the atomic weight of the metal and write down the formulae for its oxide and chloride. (Cal. I.Sc.)

[Ans. 26·80 ; ধাতুটির যোজ্যতা 3 ; সুতরাং উহার অক্সাইড এবং ক্লোরাইডের সংকেত যথাক্রমে M_2O_3 এবং MCl_3, যেখানে M=ধাতুটির চিহ্ন]

18. 0·1894 g. of a metal was converted into 0·1704 g. of its

oxide. The specific heat of the metal is 0·063. Find the exact atomic weight. [Ans. 107·94]

19. The specific heat of an element is 0·0814 and the hydride of that element contains 96·15 per cent of the element. Find the atomic weight of the element. [Ans 74·91]

20. 0·1755 g. of a bivalent metal and 0·1316 g. of a trivalent metal when separately placed in dilute H_2SO_4, yield the same volume of hydrogen viz 190 c c. at 27°C and 720 mm. pressure. Find the equivalent and atomic weights of the metals.

[Cal., I. Sc. 1952]

[Ans দ্বিযোজী ধাতুর—12, 24 , ত্রিযোজী ধাতুর—9, 27]

21. 0·125 g. of the chloride of a metal contains 0 054 g. of the metal. The specific heat of the metal is 0·281. Calculate its atomic weight. (Cl=35 5) [H.S. 1963 (Comp.)]

[456 পৃষ্ঠার 7নং উদাহরণের ন্যায়। Ans. 27]

22. 1·0813 g. iron gave 3·1439 g. ferric chloride. Calculate the equivalent weight of iron in this compound. The atomic weight of iron is 55·84. Find the valency of iron in ferric chloride

[H S 1960 (Comp)]

[440 পৃষ্ঠার 12 নং উদাহরণ দেখ। যোজ্যতা=55·84÷18·58=3, নিকটতম পূর্ণসংখ্যা।]

23. An anhydrous metallic chloride contains 20 2% of the metal. The valency of the metal is 3. What is its exact atomic weight? Cl=35·5 [Ans 26·96]

24. An element forms a volatile chloride of vapour density 113. The equivalent weight of the element is 40·06. Find the atomic weight of the element. [Ans. 120·18]

25. Iron oxide contains 69·956 per cent of iron, and the specific heat of iron is 0·115. What is the atomic weight of iron?

[Ans. 55·88]

26. 2·76 g. of silver yielded 3·67 g. of silver chloride. The specific heat of silver is 0·0594. What is the accurate atomic weight of silver? Cl=35·5. [Ans. 107·67]

27. The chloride of a metal contains 47·22 per cent of the metal. Its specific heat is 0·094. What is the exact atomic weight of the metal ? [Ans 63·4]

28. Aluminium oxide contains 52·9% of aluminium. If the valency of aluminium is 3, calculate the approximate specific heat of the metal. [Ans. 0·24]

29. 1 g of the chloride of a bivalent metal, when treated with excess of silver nitrate, gave 0·965 g. AgCl. Calculate the atomic weight of the metal. Ag=107·9 and Cl=35·5. Ans 226·2]

30. 2·8972 g. of zinc oxide gave on reduction, 2·2567 g. of zinc. The specific heat of zinc is 0·09. What is the exact atomic weight of zinc ? [Ans. 65·38]

31. A metal forms two oxides containing respectively 22·2 and 30 per cent of oxygen. The specific heat of the metal is 0·114. What formulæ would you assign to them ?

[Ans. যোজ্যতা যথাক্রমে 2 এবং 3 ; সুতরাং সংকেত MO ; M_2O_3]

32. 1 g. of a metal was converted to 1·252 g. of its oxide. The valency of the metal is 2. Find the exact atomic weight of the metal. [Ans. 63·48]

33. The oxide of an element contains 28·6% of oxygen and the relative density of its chloride is 55·5. Calculate the atomic weight of the element. [Ans. 39·94]

34 0·177 g. of a metal when dissolved in dilute acid evolved 177 c.c of dry hydrogen at 12°C and 766 mm. pressure. The specific heat of the metal is 0·25. What is the exact atomic weight of the metal ? [Ans. 23·52]

35. A metal (M) forms three volatile chlorides containing 23·6, 38·2 and 48·3 per cent of chlorine respectively. The relative densities of thes chlorides (H=1) are 74·6, 92·9 and 110·6 respectively. Find the exact atomic weight of the metal and formulæ of its chlorides.

[**Hints.** ক্লোরাইডে ক্লোরিনের শতাংশ মাত্রা হইতে ধাতুর তুল্যাংকভার বাহির কর। 11 নং উদাহরণের ন্যায় তিনটি আপেক্ষিক ঘনত্বের মান হইতে যোজ্যতা এবং পারমাণবিক ওজন বাহির কর।] [Ans. 114·8 ; MCl, MCl_2, MCl_3]

Additional Questions with hints on answers

CHAPTER XVII

1. What is meant by equivalent weight of an element, and how is it related to its atomic weight ? [H. S. 1960]

[Ans. 187, 188নং প্রশ্নোত্তর দেখ।]

2. Explain the difference between equivalent weight and atomic weight of an element. Under what condition have they the same value? Give two illustrations. [H.S. 1963]

[Ans. 188নং প্রশ্নোত্তর দেখ।]

3. Define the equivalent weight of an element and describe an experiment for determining the equivalent weight of either oxygen or carbon

[Ans. 189নং প্রশ্নোত্তর দেখ।]

4. How is it that an element like iron can have two equivalents ?

[Ans. 187 (b) নংপ্রশ্নোত্তর দেখ।]

5. Of what use is a knowledge of the specific heat of an element in determining its atomic weight ? What is the limitation ?

[Ans. 198নং প্রশ্নোত্তর দেখ।]

6. What do you mean by the statement that the equivalent weight of aluminium is 8·99 but its atomic weight is 26 97 ? After determining the equivalent weight of an element what further facts and reasonings are required to fix its atomic weight ?

[Ans. 186, 187, 200নং প্রশ্নোত্তর দেখ।]

7. Magnesium dissolves completely in excess of dilute sulphuric acid with evolution of hydrogen. Describe in detail an experiment in which this reaction is carried out to determine the equivalent weight of the metal. Illustrate your answer with sketch of the apparatus required. [H.S. 1965]

[Ans. 190নং প্রশ্নোত্তর এবং উহার শেষে "দ্রষ্টব্য" দেখ।]

8. What do you understand by the term "atomic weight" ? The atomic weight of chlorine is 35 5 What is meant by this ? Mention an element and then describe fully a method for the determination of the atomic weight of the same. Is it possible that atoms of an element may have different weights ? Give reasons in support of your answer. [H. S. 1971-(comp.)]

[Ans. Q. 186 (b) ; Q. 200 , আইসোটোপ -Q. 225 দেখ।]

CHAPTER XVIII

Electrolysis : Acid. Base, Salt

[তড়িৎ-বিশ্লেষণ : অ্যাসিড, ক্ষারক, লবণ]

Q. 202. Define the following terms :

(a) electrolyte. [H. S. 1960 ; 1964 (comp.), '66, '67 (comp.)]

(b) electrodes—anode and cathode.

(c) ions—cations and anions.

[H. S. 1960, 1963, '68 (comp), .71 (comp.)]

[সংজ্ঞা লিখ—(a) তড়িৎ-বিশ্লেষ্য, (b) তড়িৎ-দ্বার—অ্যানোড ও ক্যাথোড, (c) আয়ন—ক্যাটায়ন ও অ্যানায়ন]

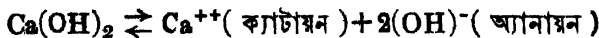
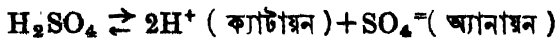
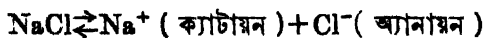
Ans. (a) **তড়িত-বিশ্লেষ্য** (electrolyte)—যে সকল পদার্থ দ্রবীভূত অবস্থায় ও গলিত অবস্থায় তড়িৎ পরিবহণ করিতে পারে এবং তড়িৎ-প্রবাহের ফলে নিজেরা বিয়োজিত হইয়া যায় তাহাদিগকে তড়িৎ-বিশ্লেষ্য বা ইলেক্‌ট্রোলাইট বলে। সালফিউরিক অ্যাসিড, কষ্টিক সোডা ও সোডিয়াম ক্লোরাইডের জলীয় দ্রবণ বা গলিত কষ্টিক সোডা ও সোডিয়াম ক্লোরাইড তড়িৎ-বিশ্লেষ্যের উদাহরণ।

(b) **তড়িৎ-দ্বার—অ্যানোড এবং ক্যাথোড**—কোন তড়িৎ-বিশ্লেষ্যের মধ্য দিয়া তড়িৎ-প্রবাহ পরিচালিত করিতে হইলে উহাকে একটি পাত্রে রাখিয়া পাত্রটির দুই প্রান্তে ধাতুর (যথা, প্লাটিনাম, কপার) বা তড়িৎ-পরিবাহী অ-ধাতুর (যথা, গ্যাস-কার্বন) দুইটি পাত আংশিক ডুবাইয়া রাখা হয়। পাত দুইটি কপার তারের সাহায্যে ব্যাটারীর পরা (+) ও অপরা (−) মেরুর সহিত যোগ করিয়া দিলে তড়িৎ-বিশ্লেষ্যের মধ্য দিয়া তড়িৎ প্রবাহিত হয়। এই পাত দুইটি, যাহার মধ্য দিয়া তড়িৎ-প্রবাহ তড়িৎ-বিশ্লেষ্যে প্রবেশ করে এবং উহা হইতে বাহির হইয়া আসে, তাহাদের তড়িৎ-দ্বার বলে। যে তড়িৎ-দ্বারটি ব্যাটারীর পরা-মেরুর সহিত যুক্ত থাকে তাহাকে অ্যানোড এবং যে তড়িৎ-দ্বারটি ব্যাটারীর অপরা মেরুর সহিত যুক্ত থাকে তাহাকে ক্যাথোড বলে। তড়িৎ অ্যানোড-দ্বারে তড়িৎ-বিশ্লেষ্যে প্রবেশ করে এবং ক্যাথোড-দ্বারের সাহায্যে বাহিরে আসে।

(c) **আয়ন—ক্যাটায়ন ও অ্যানায়ন :** তড়িৎ-যুক্ত পরমাণু বা মূলককে আয়ন বলে। অ্যাসিড, ক্ষার, লবণ ইত্যাদির তড়িৎ-বিশ্লেষ্য পদার্থ জলীয় দ্রবণে বিয়োজিত হইয়া বিপরীত তড়িৎ-যুক্ত আয়ন সৃষ্টি করে। পরা-তড়িৎযুক্ত পরমাণু বা মূলককে "ক্যাটায়ন" এবং অপরা-তড়িৎযুক্ত পরমাণু বা মূলককে 'অ্যানায়ন' বলে। ধাতুগুলি ও হাইড্রোজেন ক্যাটায়ন উৎপন্ন করে এবং অধাতু ও অ্যাসিড মূলক অ্যানায়ন উৎপন্ন করে। তড়িৎ প্রবাহিত করিলে ক্যাটায়নগুলি ক্যাথোডে ও অ্যানায়নগুলি অ্যানোডে যুক্ত হয়।

$NaCl \rightleftarrows Na^+$ (ক্যাটায়ন) $+ Cl^-$ (অ্যানায়ন)

$H_2SO_4 \rightleftarrows 2H^+$ (ক্যাটায়ন) $+ SO_4^{=}$ (অ্যানায়ন)

$Ca(OH)_2 \rightleftarrows Ca^{++}$ (ক্যাটায়ন) $+ 2(OH)^-$ (অ্যানায়ন)

মৌলিক পদার্থের পরমাণু ও উহার আয়নের ধর্ম বিভিন্ন। যথা, Na^+আয়ন, Cl^-আয়নের জলের সহিত কোন ক্রিয়া নাই ; কিন্তু Na পরমাণু ও Cl পরমাণু জলের সহিত ক্রিয়া করে।

Q. 203. Write a short note on—electrolytic dissociation or ionisation.

[সংক্ষিপ্ত টীকা লিখ—তড়িৎ-বিয়োজন বা আয়নীভবন]

Ans. অ্যাসিড, ক্ষার, লবণ ইত্যাদি তড়িৎ-বিশ্লেষ্য গলাইলে কিংবা জলে বা কোন আয়নীকরণ মাধ্যমে দ্রবীভূত করিলে উহাদের অণুগুলির একাংশ স্বতঃস্ফূর্তভাবে দুই বা ততোধিক বিপরীত তড়িৎ বিশিষ্ট আয়নে বিয়োজিত হয়। উৎপন্ন আয়নগুলি ও অপরিবর্তিত অণুগুলি সর্বদা সাম্য অবস্থায় থাকে। এই ঘটনাকে তড়িৎ-বিয়োজন বলে এবং ইহা একটি উভমুখী প্রক্রিয়া। দ্রবণে সোডিয়াম ক্লোরাইড বিয়োজিত হইয়া পরা-তড়িৎযুক্ত সোডিয়াম আয়ন, Na^+ (ক্যাটায়ন) ও অপরা-তড়িৎযুক্ত ক্লোরাইড আয়ন, Cl^- (অ্যানায়ন) উৎপন্ন হয় ; $NaCl \rightleftarrows Na^+ + Cl^-$। সেইরূপ $CuSO_4 = Cu^{++}$(ক্যাটায়ন) $+ SO_4^{=}$(অ্যানায়ন)। $NaOH \rightleftarrows Na^+$ (ক্যাটায়ন) $+ OH^-$(অ্যানায়ন)। উৎপন্ন আয়নগুলিতে মোট পরা-তড়িতে এককের পরিমাণ সর্বদাই মোট অপরা-তড়িতের এককের পরিমাণের সমান, কারণ দ্রবণ সামগ্রিকভাবে তড়িৎ-নিরপেক্ষ।

তড়িৎ-বিয়োজনের মাত্রা দ্রবণের লঘুকরণ, তাপমাত্রা, দ্রবণে অপর আয়নের উপস্থিতি এবং সর্বোপরি তড়িৎ-বিশ্লেষ্য ও আয়নীকরণ মাধ্যমের প্রকৃতির উপর নির্ভর করে। দ্রবণ যত লঘু হইতে থাকে বিয়োজনের শতকরা মাত্রা তত বৃদ্ধি পায় এবং অবশেষে দ্রবণের পূর্ণ লঘু অবস্থায় (infinite dilution) তড়িৎ-বিশ্লেষ্যের সমস্ত অণুই আয়নিত হয়। তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে বিযোজন মাত্রা বৃদ্ধি পায়।

তড়িৎ-বিশ্লেষ্যের তড়িৎ-প্রবাহ পরিবহণে এই আয়নগুলি অংশ গ্রহণ করে—অ-বিয়োজিত অণুগুলি কোনরূপ অংশ গ্রহণ করে না। দ্রবণ যত লঘু হয় আয়নীভবন (ionisation) তত বেশী হয় এবং দ্রবণের তড়িৎ-প্রবাহ পরিবহণের ক্ষমতাও তত বৃদ্ধি পায়। ক্যাটায়ন ও অ্যানায়নগুলি যথাক্রমে ক্যাথোড ও অ্যানোডে মুক্তি লাভ করে।

Q. 204. Define and explain the term "electrolysis". Give example. [H. S. 1962, '65 (comp.), '66, '69 (comp.)]

["তড়িৎ বিশ্লেষণ" দ্বারা কি বোঝ তাহা উদাহরণ সহ ব্যাখ্যা কর।]

Ans. **তড়িৎ-বিশ্লেষণের সংজ্ঞা**—গলিত কিংবা দ্রবীভূত তড়িৎ-বিশ্লেষ্যের মধ্য দিয়া তড়িৎ-প্রবাহের ফলে উহার যে রাসায়নিক বিযোজন হয় তাহাকে তড়িৎ বিশ্লেষণ বলে।

তড়িৎ-বিশ্লেষণের ব্যাখ্যা—গলিত বা জলে দ্রবীভূত তড়িৎ-বিশ্লেষ্যের মধ্যে দুইটি তড়িৎ দ্বার (প্লাটিনাম, কপার ইত্যাদি ধাতুর বা গ্যাস-কার্বন অধাতুর পাত বা তার) আংশিক ডুবান থাকে। তড়িৎ-দ্বারের একটিকে ব্যাটারীর পরা-মেরুর সহিত পরিবাহী তার দ্বারা যুক্ত করা হয়—ইহাকে অ্যানোড বলে। অপরটি অপরা-মেরুর সহিত যুক্ত করা হয়—ইহাকে ক্যাথোড বলে। অ্যানোডের মধ্য দিয়া তড়িৎ-প্রবাহ তড়িৎ-বিশ্লেষ্যের মধ্যে প্রবেশ করে এবং ক্যাথোড দিয়া ইহা তড়িৎ-বিশ্লেষ্য ত্যাগ করে। তড়িৎ-প্রবাহের ফলে অপরা-তড়িৎযুক্ত আয়ন (অ্যানায়ন) বিপরীতধর্মী পরা-তড়িৎযুক্ত অ্যানোডের দিকে এবং পরা-তড়িৎযুক্ত আয়ন (ক্যাটায়ন) বিপরীত-ধর্মী অপরা-তড়িৎযুক্ত ক্যাথোডের দিকে আকৃষ্ট হয়। ক্যাটায়নগুলি ইলেকট্রন যুক্ত ক্যাথোডের সংস্পর্শে আসিয়া ইলেকট্রন গ্রহণ করিয়া তড়িৎ-নিরপেক্ষ পরমাণুতে পরিণত হয়। অতঃপর একাধিক পরমাণু যুক্ত হইয়া অণু উৎপন্ন করে কিংবা ক্যাথোড,

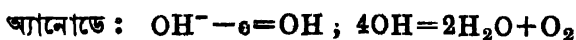
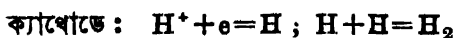
জল বা অ্যানায়ন হইতে উৎপন্ন কোন পদার্থের সহিত বিক্রিয়া করিয়া নূতন পদার্থ সৃষ্টি করে। অপরপক্ষে, অ্যানায়নগুলি অ্যানোডের সংস্পর্শে আসিয়া উহাদের অতিরিক্ত ইলেকট্রন অ্যানোডকে দান করিয়া তড়িৎ-নিরপেক্ষ পরমাণু বা মূলকে পরিণত হয় এবং তারপর ক্যাথোডে উৎপন্ন পরমাণুর ন্যায় অবস্থানুসারে পরিবর্তিত হয়। এইরূপে তড়িৎ-বিশ্লেষণে উৎপন্ন পদার্থ কেবল তড়িৎ-দ্বারে উৎপন্ন হয়।

উদাহরণ : (1) সালফিউরিক অ্যাসিডের তড়িৎ-বিশ্লেষণ—লঘু সালফিউরিক অ্যাসিডের জলীয় দ্রবণে নিম্নলিখিত আয়নগুলি বর্তমান থাকে।

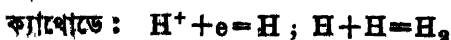
$$H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^- \; ; \; H_2SO_4 \rightleftharpoons 2H^+ + SO_4^=$$

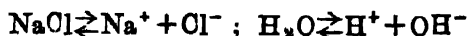
প্লাটিনাম তড়িৎ-দ্বারের সাহায্যে তড়িৎ-বিশ্লেষণ করিলে H^+ আয়ন ক্যাথোডের দিকে আকৃষ্ট হয় এবং ক্যাথোডের সংস্পর্শে আসিয়া ইলেকট্রন গ্রহণ করিয়া হাইড্রোজেন পরমাণুরূপে মুক্তি লাভ করে। দুইটি হাইড্রোজেন পরমাণু যুক্ত হইয়া হাইড্রোজেন অণু উৎপন্ন করে এবং ক্যাথোড হইতে হাইড্রোজেন গ্যাস নির্গত হয়। অপরপক্ষে, OH^- ও $SO_4^=$-আয়ন অ্যানোডের দিকে আকৃষ্ট হয় এবং এই দু'য়ের মধ্যে শুধু OH^--আয়নই অ্যানোডের সংস্পর্শে ইলেকট্রন পরিত্যাগ করিয়া OH মূলকে পরিণত হয়। এখানে $SO_4^=$ আয়ন ইলেকট্রন পরিত্যাগ করিতে পারে না। পরে OH মূলকগুলি যুক্ত হইয়া জল ও অক্সিজেন উৎপন্ন করে এবং এই অক্সিজেন অ্যানোড হইতে নির্গত হয়। অতএব, লঘু H_2SO_4-এর তড়িৎ-বিশ্লেষণে ক্যাথোডে হাইড্রোজেন ও অ্যানোডে অক্সিজেন উৎপন্ন হয়।

ক্যাথোডে : $H^+ + e = H \; ; \; H + H = H_2$

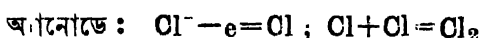
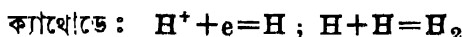
অ্যানোডে : $OH^- - e = OH \; ; \; 4OH = 2H_2O + O_2$

গাঢ় H_2SO_4 (50%) লইয়া বেশি মাত্রায় তড়িৎ-প্রবাহ চালাইলে উৎপন্ন পদার্থ ভিন্ন হয়। গাঢ় H_2SO_4 এইরূপে আয়নিত হয়—$H_2SO_4 \rightleftharpoons H^+ + HSO_4^-$। ক্যাথোডে পূর্বের ন্যায় হাইড্রোজেন উৎপন্ন হয় কিন্তু অ্যানোডে HSO_4^- আয়ন ইলেকট্রন পরিত্যাগ করিয়া HSO_4 মূলকে পরিণত হয়। দুইটি HSO_4 মূলক যুক্ত হইয়া $H_2S_2O_8$ (পার-সালফিউরিক অ্যাসিড) উৎপন্ন হয়।

ক্যাথোডে : $H^+ + e = H \; ; \; H + H = H_2$

অ্যানোডে : $HSO_4^- - e = HSO_4 \; ; \; 2HSO_4 = H_2S_2O_8$

(2) **সোডিয়াম ক্লোরাইডের তড়িৎ-বিশ্লেষণ** [H. S. 1966]—সোডিয়াম ক্লোরাইডের জলীয় দ্রবণ হইতে Na^+ ও Cl^- এবং জল হইতে H^+ ও OH^- আয়ন উৎপন্ন হয়।

$$NaCl \rightleftarrows Na^+ + Cl^- ; \ H_2O \rightleftarrows H^+ + OH^-$$

গ্রাফাইট তড়িৎ-দ্বারের সাহায্যে তড়িৎ-প্রবাহ চালনা করিলে H^+ ও Na^+ ক্যাথোডে যায় কিন্তু শুধু H^+ আয়নই ক্যাথোড হইতে ইলেক্‌ট্রন গ্রহণ করে এবং প্রথমে হাইড্রোজেন পরমাণু ও পরে হাইড্রোজেন অণুতে পরিণত হয় এবং ক্যাথোড হইতে হাইড্রাজেন গ্যাস নির্গত হয়। ক্লোরাইড আয়ন Cl^- অ্যানোডে যাইয়া ইলেক্‌ট্রন পরিত্যাগ করে এবং প্রথমে ক্লোরিন পরমাণু ও পরে ক্লোরিন অণুতে পরিণত হইয়া অ্যানোড হইতে ক্লোরিন গ্যাসরূপে নির্গত হয়।

ক্যাথোডে : $H^+ + e = H$; $H + H = H_2$

অ্যানোডে : $Cl^- - e = Cl$; $Cl + Cl = Cl_2$

দ্রবণে অবশিষ্ট থাকে Na^+ ও OH^- আয়ন অর্থাৎ সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড। $Na^+ + OH \rightleftharpoons NaOH$।

মারকারি ক্যাথোড ব্যবহার করিলে Na^+ আয়ন ক্যাথোডে মুক্ত হইয়া ধাতব সোডিয়ামে পরিণত হয় এবং মারকারির সহিত সোডিয়াম পারদ-সংকর উৎপন্ন করে।

Q 205 State exactly what changes occur at the electrodes and in the solution when an electric current is passed simultaneously through—

(i) copper sulphate solution between copper electrodes,

(ii) copper sulphate solution between platinum electrodes,
[H. S. 1964 (comp.)]

(iii) sodium chloride solution between graphite electrodes.

(iv) caustic soda solution through platinum electrodes,

(v) silver nitrate solution between platinum electrodes,
[H. S. 1964 (comp.)]

(vi) dilute sulphuric acid with platinum electrodes.

What substances and what quantities will be formed in each case when 1 Faraday of electricity is passed through each solution ?

[(i) কপার তড়িৎ-দ্বারের সাহায্যে $CuSO_4$ দ্রবণে, (ii) প্লাটিনাম তড়িৎ-দ্বারের সাহায্যে $CuSO_4$ দ্রবণে, (iii) গ্রাফাইট তড়িৎ-দ্বারের সাহায্যে NaCl দ্রবণে, (iv) প্লাটিনাম তড়িৎ-দ্বারের সাহায্যে কষ্টিক সোডা দ্রবণে, (v) প্লাটিনাম তড়িৎ-দ্বারের সাহায্যে সিলভার নাইট্রেট দ্রবণে, (vi) লঘু সালফিউরিক অ্যাসিডে তড়িৎ-প্রবাহ পরিচালিত করিলে কি ঘটে তাহা লিখ। প্রত্যেকটি দ্রবণের মধ্য দিয়া এক ফ্যারাডে তড়িৎ পরিচালিত করিলে বিভিন্ন তড়িৎ-দ্বারে কি কি পদার্থ কি পরিমাণে উৎপন্ন হয়?]

Ans. (i) (ii)—দ্রবণে নিম্নলিখিত আয়নগুলি বর্তমান থাকে : $CuSO_4 \rightleftarrows Cu^{++} + SO_4^{=}$; $H_2O \rightleftarrows H^+ + OH^-$। কপার তড়িৎ-দ্বারের সাহায্যে তড়িৎ পরিচালনা করিলে Cu^{++} ক্যাথোডে যাইয়া ইলেকট্রন গ্রহণ করিয়া কপার পরমাণুতে পরিণত হয় এবং ক্যাথোডে ধাতব কপার জমা হয়। $Cu^{++} + 2e = Cu$; কিন্তু Cu পরমাণু OH^- এবং $SO_4^{=}$ আয়ন অপেক্ষা সহজে ইলেকট্রন ত্যাগ করে বলিয়া অ্যানোডের কপার কিউপ্রিক আয়ন Cu^{++} রূপে দ্রবণে চলিয়া যায় ; $Cu - 2e = Cu^{++}$। সুতরাং কপার তড়িৎ-দ্বারের সাহায্যে কপার সালফেট দ্রবণের তড়িৎ-বিশ্লেষণে অ্যানোড হইতে কপার দ্রবীভূত হয় এবং ক্যাথোডে কপার জমা হয়।

প্লাটিনাম তড়িৎ-দ্বারের ক্ষেত্রে পূর্বের ন্যায় ক্যাথোডে ধাতব কপার জমা হয়। $SO_4^{=}$ ও OH^- আয়ন অ্যানোডে আকৃষ্ট হয় কিন্তু OH^- আয়নই অ্যানোডে ইলেকট্রন পরিত্যাগ করিয়া OH মূলকে পরিণত হয়, $SO_4^{=}$ ইলেকট্রন ত্যাগ করে না। পরে OH মূলক বিক্রিয়া করিয়া জল ও অক্সিজেন উৎপন্ন করে। $OH^- - e = OH$; $4OH = 2H_2O + O_2$, এই অক্সিজেন অ্যানোড হইতে নির্গত হয়। দ্রবণে H^+ ও $SO_4^{=}$ আয়ন অর্থাৎ H_2SO_4 থাকে এবং ক্যাথোডে কপার সঞ্চিত হয় ও অ্যানোডে অক্সিজেন নির্গত হয়।

(iii) 204 নং প্রশ্নোত্তরের (2) নং উদাহরণ দেখ।

(iv) NaOH-এর জলীয় দ্রবণে নিম্নলিখিত আয়ন থাকে :

$H_2O \rightleftarrows H^+ + OH^-$; $NaOH \rightleftarrows Na^+ + OH^-$। ক্যাথোডের দিকে Na^+ ও H^+ আয়ন এবং অ্যানোডের দিকে OH^- আয়ন চালিত হয়। Na^+ ও H^+ এর মধ্যে শুধু H^+ আয়নই ইলেকট্রন গ্রহণ করিয়া প্রথমে H পরমাণু ও পরে H_2 অণুতে পরিণত হয় এবং ক্যাথোড হইতে হাইড্রোজেন গ্যাস নির্গত হয়। $H^+ + e = H$;

$H+H=H_2$; H_2O ও NaOH হইতে উৎপন্ন OH^- আয়ন অ্যানোডে ইলেকট্রন ত্যাগ করিয়া প্রথমে OH মূলকে এবং পরে জল ও অক্সিজেনে পরিণত হয়।

$$OH^- - e = OH \; ; \; 4OH = 2H_2O + O_2$$ ।

(v) দ্রবণে নিম্নলিখিত আয়নগুলি বর্তমান থাকে : $AgNO_3 \rightleftharpoons Ag^+ + NO_3^-$; $H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$ । প্লাটিনাম তড়িৎ-দ্বারের সাহায্যে তড়িৎ-পরিচালনা করিলে Ag^+ ক্যাথোডে যাইয়া ইলেকট্রন গ্রহণ করিয়া ধাতব সিলভাররূপে সঞ্চিত হয়। $Ag^+ + e = Ag$ (ক্যাথোডে)। OH^- ও NO_3^- আয়ন অ্যানোডে আকৃষ্ট হয় কিন্তু OH^- আয়ন ইলেকট্রন পরিত্যাগ করিয়া $-OH$ মূলকে পরিণত হয়। পরে OH মূলক বিক্রিয়া করিয়া H_2O ও অক্সিজেন উৎপন্ন করে। $OH^- - e = OH$; $4OH = 2H_2O + O_2$ । এই অক্সিজেন অ্যানোড হইতে নির্গত হয়। দ্রবণে H ও NO_3^- আয়ন (অর্থাৎ HNO_3) থাকে।

(vi) 204 নং প্রশ্নোত্তরের (1) নং উদাহরণ দেখ।

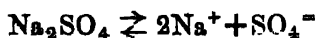
শেষাংশ—এক ফ্যারাডে (বা 96540 কুলম্ব) এক গ্রাম-তুল্যাংক পরিমাণ কোন পদার্থ তড়িৎ-দ্বারে উৎপাদন করে। সুতরাং, (a) 31·75 গ্রাম কপার ক্যাথোডে জমা হয় এবং সমপরিমাণ কপার অ্যানোড হইতে দ্রবীভূত হয়। অতএব অ্যানোডের 31·75 গ্রাম ওজন হ্রাস হয়। (b) 31·75 গ্রাম কপার ক্যাথোডে জমা হয় এবং অ্যানোডে 8 গ্রাম অক্সিজেন নির্গত হয়। (c) ক্যাথোডে 1·008 গ্রাম হাইড্রোজেন ও অ্যানোডে 35·4৭ গ্রাম ক্লোরিন নির্গত হয়। (d) ক্যাথোডে 1·008 গ্রাম হাইড্রোজেন ও অ্যানোডে 8 গ্রাম অক্সিজেন নির্গত হয় (e) ক্যাথোডে 108 গ্রাম সিলভার সঞ্চিত হয় এবং অ্যানোড হইতে 8 গ্রাম অক্সিজেন নির্গত হয়। (f) ক্যাথোডে 1·008 গ্রাম হাইড্রোজেন এবং অ্যানোডে 8 গ্রাম অক্সিজেন নির্গত হয়।

Q. 205. (a) Explain how electric current is conducted through the following substances and name the substances liberated at the electrodes :

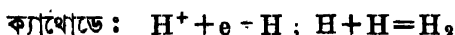
(i) Aqueous solution of sodium sulphate (cathode and anode both platinum.) (ii) Molten calcium chloride (iron cathode and carbon anode) (iii) Molten cryolite with pure aluminium oxide

dissolved in it (carbon anode and carbon cathode.) Use equations to show formation of ions and their ultimate changes. [H. S. 1968]

(i) সোডিয়াম সালফেটের জলীয় দ্রবণে নিম্নলিখিত আয়নগুলি আছে।

$$Na_2SO_4 \rightleftarrows 2Na^+ + SO_4^{=}$$
$$H_2O \rightleftarrows H^+ + OH^-$$

Na^+ ও H^+ আয়ন ক্যাথোডে যায় কিন্তু কেবলমাত্র H^+ আয়ন ক্যাথোড হইতে ইলেকট্রন গ্রহণ করে এবং প্রথমে H পরমাণু ও পরে H_2 অণুতে পরিণত হয়। ফলে ক্যাথোড হইতে হাইড্রোজেন গ্যাস নির্গত হয়। $SO_4^{=}$ ও OH^- আয়ন অ্যানোডের দিকে যায় এবং কেবলমাত্র OH^- আয়নই অ্যানোডের সংস্পর্শে ইলেকট্রন ত্যাগ করিয়া OH মূলকে পরিণত হয়। অতঃপর —OH মূলকগুলি যুক্ত হইয়া জল ও অক্সিজেন উৎপন্ন হয়। অ্যানোড হইতে অক্সিজেন উৎপন্ন হয়।

ক্যাথোডে : $H^+ + e = H$; $H + H = H_2$

অ্যানোডে : $OH^- - e = OH$; $4OH = 2H_2O + O_2$

(ii) 243 প্রশ্নোত্তরে ক্যালসিয়াম নিষ্কাশনের নীতি দেখ।

(iii) 252 প্রশ্নোত্তরে অ্যালুমিনিয়াম নিষ্কাশনে "তড়িৎ-বিশ্লেষণ" দেখ।

Q. 206. State Faraday's law of electrolysis.

[H.S. 1960, '62, '64, '65 (comp.),'66,'67, '70 (comp.), '71 (comp. '73)]

Deduce from the laws : (a) definition of electro-chemical equivalent, and (b) relationship between chemical equivalent and electro-chemical equivalent.

[H. S. 1960, '62, '70 (comp.) ; '71 (comp.)]

[ফ্যারাডের তড়িৎ-বিশ্লেষণ সূত্র বিবৃত কর। এই সূত্র হইতে (a) তাড়িৎ-রাসায়নিক তুল্যাংকের সংজ্ঞা এবং (b) রাসায়নিক তুল্যাংক ও তাড়িত-রাসায়নিক তুল্যাংকের সম্পর্ক নির্ধারণ কর।]

Ans. তড়িৎ-বিশ্লেষণ সূত্র : প্রথম সূত্র :—তড়িৎ-বিশ্লেষণের ফলে তড়িৎ-দ্বারে উৎপন্ন আয়নের ভর তড়িৎ-বিশ্লেষ্যের মধ্যে পরিচালিত তড়িতের পরিমাণের সমানুপাতিক।

Q কুলম্ব তড়িৎ পরিচালনার ফলে যদি কোন তড়িৎ-দ্বারে W গ্রাম আয়ন সঞ্চিত হয় তবে এই সূত্র অনুযায়ী, $W \propto Q$, অথবা $W = Z \times Q$,

যেখানে Z=একটি ধ্রুবক এবং ইহাকে তাড়িত-রাসায়নিক তুল্যাংক (electro-chemical equivalent) বলে।

আবার, $Q = C \times t$, যেখানে C অ্যাম্পিয়ার তড়িৎ-প্রবাহ t সেকেণ্ড ধরিয়া প্রবাহিত হইয়াছে।

$\therefore \quad W = Z \times Q = Z \times C \times t.$

উপরের সমীকরণে $Q = 1$ কুলম্ব (অর্থাৎ $C = 1$ অ্যাম্পিয়ার ও $t = 1$ সেকেণ্ড) হইলে $W = Z$।

তাড়িত-রাসায়নিক তুল্যাংকের সংজ্ঞা—তড়িৎ-বিশ্লেষ্যের মধ্য দিয়া এক কুলম্ব তড়িৎ (অর্থাৎ 1 অ্যাম্পিয়ার তড়িৎ-প্রবাহ 1 সেকেণ্ড ধরিয়া) পরিচালিত করিলে তড়িৎ-দ্বারে যত গ্রাম পদার্থ উৎপন্ন হয় তাহাই সেই পদার্থের তাড়িত-রাসায়নিক তুল্যাংক।

সিলভার নাইট্রেট দ্রবণের মধ্য দিয়া এক কুলম্ব তড়িৎ পরিচালিত করিলে ক্যাথোডে 0·001118 গ্রাম সিলভার সঞ্চিত হয়। সুতরাং সিলভারের তাড়িত-রাসায়নিক তুল্যাংক (E. C. E.)=0·001118 গ্রাম। সেইরূপ, হাইড্রোজেনের E. C. E.=0·00 0104 গ্রাম।

দ্বিতীয় সূত্র—বিভিন্ন তড়িৎ-বিশ্লেষ্যের মধ্য দিয়া একই পরিমাণ তড়িৎ প্রবাহিত হইলে বিভিন্ন তড়িৎ-দ্বারে উৎপন্ন আয়নের ভর উহাদের নিজ নিজ রাসায়নিক তুল্যাংকের সহিত সমানুপাতিক।

(b) রাসায়নিক তুল্যাংক ও তাড়িত-রাসায়নিক তুল্যাংকের সম্পর্ক :

Q কুলম্ব তড়িৎ পরিচালিত করিলে যদি দুইটি পদার্থের যথাক্রমে W_1 ও W_2 গ্রাম তড়িৎ-দ্বারে উৎপন্ন হয় এবং পদার্থ দুইটির তাড়িত-রাসায়নিক তুল্যাংক যদি যথাক্রমে Z_1 ও Z_2 হয় তবে ফ্যারাডের প্রথম সূত্রানুযায়ী $W_1 = Z_1 Q$ এবং $W_2 = Z_2 Q$.

$$\therefore \quad \frac{W_1}{W_2} = \frac{Z_1}{Z_2}. \qquad \cdots \qquad (1)$$

আবার, পদার্থ দুইটির রাসায়নিক তুল্যাংক যদি যথাক্রমে E_1 ও E_2 হয় তবে ফ্যারাডের দ্বিতীয় সূত্রানুযায়ী,

$W_1 \propto E_1$ এবং $W_2, \propto E_2$. $\therefore \quad \frac{W_1}{W_2}=\frac{E_1}{E_2}$ ....(2)

সুতরাং (1) ও (2) সমীকরণ হইতে পাওয়া যায়, $\frac{E_1}{E_2}=\frac{Z_1}{Z_2}$ ....(3)

(3) নং সমীকরণ কোন পদার্থের রাসায়নিক তুল্যাংক ও তাড়িত-রাসায়নিক তুল্যাংকের মধ্যে সম্পর্ক প্রকাশ করে।

একটি পদার্থ হাইড্রোজেন, [যাহার তুল্যাংক $(E_2)=1.008$ এবং তাড়িত-রাসায়নিক তুল্যাংক $(Z_2)=0.0000104$] হইলে,

$$\frac{E_1}{1.008}=\frac{Z_1}{0.0\ 00104} \quad \therefore \quad Z_1=\frac{E_1 \times 0.0000104}{1.008}$$

H-এর তুল্যাংক 1 ধরিলে সম্পর্কটি মোটামুটি এইরূপ দাঁড়ায়—

$\therefore$ মৌলের তাড়িত-রাসায়নিক তুল্যাংক = উহার রাসায়নিক তুল্যাংক × 0·0000104.

Q. 207. State Faraday's laws of electrolysis and express them in the form of an equation. [Cal. I. Sc. 1952 ; 1959]

[ফ্যারাডের তড়িৎ-বিশ্লেষণ সূত্র বিবৃত কর এবং সূত্র দুইটিকে একটি সমীকরণ দ্বারা প্রকাশ কর।]

Ans. ফ্যারাডের তড়িৎ-বিশ্লেষণ সূত্র 206 নং প্রশ্নোত্তর দেখ।

দ্বিতীয় অংশ—207 নং প্রশ্নোত্তরের (b) অংশের 3 নং সমীকরণ। অথবা নিম্নরূপ—মনে করা হইল E = কোন পদার্থের তুল্যাংকভার এবং W = Q কুলম্ব দ্বারা তড়িৎ-দ্বারে উৎপন্ন এই পদার্থের গ্রামে প্রকাশিত ভর।

প্রথম সূত্রানুযায়ী, $W \propto Q$, যখন E অপরিবর্তিত থাকে,

দ্বিতীয় সূত্রানুযায়ী, $W \propto E$, যখন Q অপরিবর্তিত থাকে,

সুতরাং সূত্র দুইটি যুক্ত করিয়া,

$W \propto Q.\ E$, যখন Q ও E পরিবর্তিত হয়,

$\therefore \quad W = K.\ Q.\ E$, যেখানে K = একটি ধ্রুবক।

Q. 208. (a) Define the following terms :—

(i) Coulomb,

(ii) Faraday, [H. S. 1965 ; '67, '72]

(iii) Electro-chemical equivalent.

[H. S. 1960, '62 (comp.) ; '64 (com.) '66, '69, '72]

(b) What do you mean by the statement that electro-chemical equivalent of silver is 0·001118 gram ?

[(a) সংজ্ঞা লিখ—(i) কুলম্ব, (ii) ফ্যারাডে, (iii) তাড়িত-রাসায়নিক তুল্যাংক। (b) সিলভারের তাড়িত-রাসায়নিক তুল্যাংক 0·001118 গ্রাম—ইহার অর্থ কি ?]

(c) A solution of sodium chloride can conduct electric current but a solution of canesugar cannot. Give reason for this anomaly. [H. S. 1964]

[সোডিয়াম ক্লোরাইডের দ্রবণ তড়িৎ পরিবহণ করিতে পারে কিন্তু চিনির দ্রবণ পারে না। ইহা ব্যাখ্যা কর।]

Ans. (a) (i) **কুলম্ব** (Coulomb)—তড়িতের পরিমাণের একককে কুলম্ব বলে। যে পরিমাণ তড়িৎ প্রবাহিত হইলে 0·001118 গ্রাম সিলভার বা 0·0000104 গ্রাম হাইড্রোজেন তড়িৎ-দ্বারে সঞ্চিত হয় বা নির্গত হয় তাহাকে কুলম্ব বলে। এক অ্যাম্পিয়ার তড়িৎ-প্রবাহ কোন বর্তনীর মধ্য দিয়া এক সেকেণ্ড ধরিয়া প্রবাহিত হইলে মোট তড়িতের পরিমাণ এক কুলম্ব। ∴ কুলম্ব = অ্যাম্পিয়ার × সেকেণ্ড।

(ii) **ফ্যারাডে** (**Faraday**)—তড়িৎ-বিশ্লেষণের সাহায্যে যে কোন মৌলের এক গ্রাম তুল্যাংক উৎপন্ন করিতে একই পরিমাণ তড়িতের প্রয়োজন। এই তড়িতের পরিমাণ কুলম্ব 96540 কুলম্ব। তড়িতের এই পরিমাণকে এক ফ্যারাডে (Faraday) বলে। অতএব, যে পরিমাণ তড়িৎ কোন মৌলের এক গ্রাম-তুল্যাংক পরিমাণ তড়িৎ-দ্বারে উৎপন্ন করে তাহাকে এক ফ্যারাডে বলে।

(iii) **তাড়িত-রাসায়নিক তুল্যাংক**—206 নং প্রশ্নোত্তর দেখ।

(b) সিলভারের তাড়িত-রাসায়নিক তুল্যাংক 0·001118 গ্রাম, ইহার অর্থ—সিলভার নাইট্রেট দ্রবণের মধ্য দিয়া এক কুলম্ব তড়িৎ পরিচালিত করিলে ক্যাথোডে 0·001118 গ্রাম সিলভার সঞ্চিত হয়।

(c) সোডিয়াম ক্লোরাইড তড়িৎযোজী যৌগ। জলীয় দ্রবণে ইহা $NaCl \rightleftharpoons Na^{+}+Cl^{-}$, এইরূপে আয়নিত হয় এবং উৎপন্ন আয়ন তড়িৎ পরিবহণ করে। চিনি ($C_{12}H_{22}O_{11}$) সমযোজী যৌগ, জলীয় দ্রবণে কোন আয়ন উৎপন্ন করে না এবং সেইজন্য তড়িৎ পরিবহণ করিতে পারে না।

Q. 209. How is the equivalent weight of an element determined by electrolysis ?

[তড়িৎ-বিশ্লেষণের সাহায্যে কিরূপে একটি মৌলের তুল্যাংকভার নির্ণয় করা যায় ?]

Ans. পরীক্ষা : একটি কপার ভোল্টামিটার (কাচের পাত্রে লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড মিশ্রিত কপার সালফেট দ্রবণের মধ্যে দুইটি কপারের তড়িৎ-দ্বার ডুবান থাকে) এবং একটি সিলভার ভোল্টামিটার (কাচের পাত্রে নাইট্রিক অ্যাসিড মিশ্রিত সিলভার নাইট্রেট দ্রবণের মধ্যে দুইটি প্লাটিনাম তড়িৎ-দ্বার ডুবান থাকে), রোধ এবং অ্যাম্মিটারের মাধ্যমে সেলের সহিত শ্রেণী সমবায়ে (in series) যুক্ত করা হয়। পরীক্ষার পূর্বে কপার ভোল্টামিটারের কপার-ক্যাথোড বাহির করিয়া পরিষ্কার করিয়া পাতিত জল দ্বারা ধৌত করা হয় এবং উত্তপ্ত বায়ু চুল্লীতে রাখিয়া শুষ্ক করা হয়। তারপর শীতল হইলে তুলাদণ্ডে কপার-ক্যাথোডের সঠিক ওজন লওয়া হয়। এইরূপে সিলভার ভোল্টামিটারের প্লাটিনাম ক্যাথোডেরও সঠিক ওজন লওয়া হয়। ক্যাথোড পাত দুইটি ভোল্টামিটার দুইটির যথাস্থানে রাখিয়া নির্দিষ্ট সময় ধরিয়া তড়িৎ-প্রবাহ চালনা করা হয়। কপার-ক্যাথোডের উপর লাল আস্তরণ সমভাবে পড়িলে তড়িৎ-প্রবাহ বন্ধ করা হয়। কপার-ক্যাথোড ও প্লাটিনাম-ক্যাথোড দুইটি বাহির করিয়া আনিয়া পাতিত জলে ধৌত করিয়া সাবধানে বুনসেন শিখায় শুষ্ক করা হয়। শীতল করিয়া ক্যাথোড পাত দুইটির সঠিক ওজন লওয়া হয়।

পরীক্ষার ফল—

তড়িৎ-প্রবাহ চালনা করিবার পূর্বে কপার-ক্যাথোডের ওজন $=a$ গ্রাম,

" " " " প্লাটিনাম-ক্যাথোডের ওজন $=b$ গ্রাম,

" " " " পরে কপার-ক্যাথোডের ওজন $=c$ গ্রাম,

" " " " প্লাটিনাম-ক্যাথোডের ওজন $=d$ গ্রাম।

গণনা—ক্যাথোডে সঞ্চিত কপারের ওজন$=(c-a)$ গ্রাম,

ক্যাথোডে সঞ্চিত সিলভারের ওজন$=(d-b)$ গ্রাম।

একই পরিমাণ তড়িৎ প্রবাহিত হইবার ফলে এই ওজনের কপার এবং সিলভার সঞ্চিত হইয়াছে। সুতরাং ফ্যারাডের দ্বিতীয় সূত্র অনুযায়ী,

$$\frac{\text{সঞ্চিত কপারের ওজন}}{\text{সঞ্চিত সিলভারের ওজন}}=\frac{\text{কপারের তুল্যাংকভার}}{\text{সিলভারের তুল্যাংকভার}}$$

$$\text{বা,}\quad \frac{(c-a)}{(d-b)}=\frac{\text{কপারের তুল্যাংকভার}}{\text{সিলভারের তুল্যাংকভার}}$$

সিলভারের তুল্যাংকভার 107·88 ধরিয়া এই সমীকরণ হইতে কপারের তুল্যাংকভার নির্ণয় করা যায়। অথবা, কপারের তুল্যাংকভার জানিলে সিলভারের তুল্যাংকভার জানা যায়।

Q. 210. (a) What is meant by thermal dissociation ? (b) How does it differ from electrolytic dissociation ?

—H. S. 1971 (comp.)

[(*a*) তাপ-বিয়োজন কাহাকে বলে ? (b) তাপ-বিয়োজন এবং তড়িৎ-বিয়োজনের মধ্যে পার্থক্য কি ?]

Ans. তাপ প্রয়োগের ফলে কতকগুলি পদার্থ ভাঙ্গিয়া একাধিক সরলতর পদার্থে পরিণত হয় এবং উৎপন্ন সরলতর পদার্থগুলি মূল পদার্থের সহিত সাম্যাবস্থায় থাকে। শীতল করিলে উৎপন্ন সরল পদার্থগুলি মিলিত হইয়া পূর্বের মূল পদার্থে পরিণত হয়। উৎপন্ন পদার্থগুলি তড়িৎ উদাসীন এবং উহাদিগকে সহজ উপায়ে পৃথক করা যায়। যথা,

$$NH_4Cl \rightleftharpoons NH_3 + HCl$$

অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড — অ্যামোনিয়া — হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড

$$CaCO_3 \rightleftharpoons CaO + CO_2$$

ক্যালসিয়াম কার্বনেট — ক্যালসিয়াম অক্সাইড — কার্বন ডাই-অক্সাইড

(b) পার্থক্য—

তাপ-বিয়োজন	তড়িৎ-বিয়োজন
(i) তাপ-বিয়োজনে উৎপন্ন পদার্থগুলি তড়িৎ-উদাসী অণু কিংবা পরমাণু। $NH_4Cl \rightleftharpoons NH_3 + HCl$	(i) তড়িৎ-বিয়োজনে উৎপন্ন পদার্থগুলি তড়িৎযুক্ত পরমাণু বা মূলক। ইহাদিগকে আয়ন বলে। $NaCl \rightleftharpoons Na^+ + Cl^-$ (জলীয় দ্রবণ)
(ii) উৎপন্ন পদার্থগুলিকে সহজ যান্ত্রিক উপায়ে পৃথক করা যায়। উপরের উদাহরণের অ্যামোনিয়া ও হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাস আংশিকভাবে পৃথক করা যায়।	(ii) উৎপন্ন পদার্থগুলিকে সহজ যান্ত্রিক উপায়ে পৃথক করা যায় না। বিপরীত তড়িৎযুক্ত আয়নগুলির মধ্যে প্রবল আকর্ষণ থাকে।
(iii) তাপ-বিয়োজনে কোন মাধ্যমের প্রয়োজনীয়তা নাই।	(iii) তড়িৎ-বিয়োজনে পদার্থকে গলিত অথবা কোন আয়নীকরণ দ্রাবকে (ionising solvent) দ্রবীভূত অবস্থায় রাখিতে হয়।
(iv) প্রক্রিয়া উভমুখী (reversible)।	(iv) প্রক্রিয়া উভমুখী।

Numerical Examples (গাণিতিক উদাহরণ)

1. What weight of zinc will be deposited when a current of 2 amperes passes through zinc chloride solution for 20 minutes? Electro-chemical equivalent of zinc is 0 000339.

[2 অ্যাম্পিয়ার তড়িৎ-প্রবাহ 20 মিনিটকাল জিংক ক্লোরাইড দ্রবণের মধ্য দিয়া প্রবাহিত হইলে কত ওজনের জিংক উৎপন্ন হইবে? জিংকের তাড়িত-রাসায়নিক তুল্যাংক=0·000339]

Ans. আমরা জানি W=Z. C. t. যেখানে, W=সঞ্চিত আয়নের ওজন, Z=তাড়িত-রাসায়নিক তুল্যাংক, C=অ্যাম্পিয়ারে তড়িৎ-প্রবাহ, t=সেকেণ্ডে তড়িৎ-প্রবাহ চালনার সময়।

এখানে, Z=0·000339, C=2 অ্যাম্পিয়ার, t=20 মিনিট=20×60 সেকেণ্ড।

∴ W=0·000339×2×20×60=0·8136 গ্রাম।

∴ উৎপন্ন জিংকের পরিমাণ=0·8136 গ্রাম।

দ্রষ্টব্য : গাণিতিক উদাহরণ সমাধানে কোন সমীকরণ ব্যবহার করিলে সেই সমীকরণে ব্যবহৃত প্রতিটি চিহ্নের অর্থ কি সর্বদা তাহা উল্লেখ করিবে।

2. A current of 0·5 ampere is passsd through silver nitrate solution for 30 minutes and 1·0055 g of silver are deposited at the cathode. What is the electro-chemical equivalent (E. C. E) of silver ?

[সিলভার নাইট্রেট দ্রবণের মধ্য দিয়া 0·5 অ্যাম্পিয়ার তড়িৎ-প্রবাহ 30 মিনিট-কাল প্রবাহিত হইলে ক্যাথোডে 1·0065 গ্রাম সিলভার উৎপন্ন হয়। সিলভারের তাড়িত-রাসায়নিক তুল্যাংক কত ?]

Ans. $W = Z.C.t.$; এখানে $W = 1·0065$ গ্রাম, $C = 0·5$ অ্যাম্পিয়ার ; $t = 30 \times 60$ সেকেণ্ড। $1·0065 = Z \times 0·5 \times 30 \times 60$

বা, $Z = \frac{1·0065}{0·5 \times 30 \times 60} = 0·001118$

∴ সিলভারের তাড়িত-রাসায়নিক তুল্যাংক $= 0·001118$ গ্রাম।

অথবা, তড়িতের পরিমাণ $= 0·5 \times 30 \times 60$ কুলম্ব।

$0·5 \times 30 \times 60$ কুলম্ব নির্গত করে 1·0065 গ্রাম সিলভার,

∴ 1 কুলম্ব নির্গত করে $\frac{1·0065}{0·5 \times 30 \times 60}$ বা 0·001118 গ্রাম।

∴ তাড়িত-রাসায়নিক তুল্যাংকের সংজ্ঞানুসারে 0·001118 গ্রাম = সিলভারের তাড়িত-রাসায়নিক তুল্যাংক।

3. A current of 1 ampere is sent through a solution of copper sulphate for 40 minutes using platinum electrodes. Calculate the weight of copper deposited at the cathode (1 Faraday = 96500 coulombs ; Cu = 63·57)

[কপার সালফেট দ্রবণের মধ্যে প্লাটিনাম তড়িৎ-দ্বারের সাহায্যে 1 অ্যাম্পিয়ার তড়িৎ-প্রবাহ 40 মিনিট ধরিয়া প্রবাহিত করা হইল। ক্যাথোডে সঞ্চিত কপারের ওজন নির্ণয় কর। 1 F = 96500 কুলম্ব ; Cu = 63·57]

Ans. $CuSO_4$-এ কপারের যোজ্যতা 2। সুতরাং ইহার তুল্যাংক = পারমাণবিক ওজন ÷ যোজ্যতা $= \frac{63·57}{2}$,

প্রবাহিত তড়িতের পরিমাণ $= 1 \times 40 \times 60$ কুলম্ব ।

96500 কুলম্ব উৎপন্ন করে $\frac{63.57}{2}$ গ্রাম কপার,

$\therefore$ 40×60 কুলম্ব উৎপন্ন করে $\frac{63.57 \times 40 \times 60}{2 \times 96500}$ বা 0.79 গ্রাম কপার ।

$\therefore$ ক্যাথোডে উৎপন্ন কপারের ওজন $= 0.79$ গ্রাম ।

4. (*a*) Calculate at N. T. P. the volume of hydrogen which will be liberated when a current of 10 amperes is passed through a dilute solution of H_2SO_4 in water for 6 minutes 26 seconds. Given 1 Faraday $=$ 96500 coulombs. [Cal. I. Sc. 1954]

[সালফিউরিক অ্যাসিডের জলীয় দ্রবণের মধ্য দিয়া 10 অ্যাম্পিয়ার তড়িৎ-প্রবাহ 6 মিনিট 26 সেকেণ্ড ধরিয়া প্রবাহিত হইলে প্রমাণ অবস্থায় কত আয়তনের হাইড্রোজেন নির্গত হইবে ?]

Ans. তড়িতের পরিমাণ $= 10 \times (6 \times 60 + 26) = 3860$ কুলম্ব ।

96500 কুলম্ব উৎপন্ন করে 1·008 গ্রাম H,

$\therefore$ 3860 " " " $\frac{1.008 \times 3860}{96500}$ বা 0·04032 গ্রাম H

0·00009 গ্রাম H-এর প্রমাণ অবস্থায় আয়তন 1 c.c ,

$\therefore$ 0·04032 " " " " $\frac{1 \times 0.04032}{0.00009}$ বা 448 c.c.

অথবা,

1 ফ্যারাডে বা 96500 কুলম্ব নির্গত করে এক গ্রাম-তুল্যাংক হাইড্রোজেন বা 1·008 গ্রাম হাইড্রোজেন ।

আবার, 1·008 গ্রাম হাইড্রোজেন

$\frac{1.008}{2.016}$ বা $\frac{1}{2}$ গ্রাম-অণু হাইড্রোজেন (হাইড্রোজেনের আণবিক ওজন 2·016)

$= \frac{1}{2} \times 22.4$ লিটার হাইড্রোজেন (কারণ 1 গ্রাম-অণু হাইড্রোজেনের প্রমাণ অবস্থায় আয়তন 22·4 লিটার)

$= 11.2$ লিটার (প্রমাণ অবস্থায়) ।

∴ $10\times(6\times60+26)$ বা 3860 কুলম্ব নির্গত করে $\frac{11.2\times3860}{96500}$ লিটার $=0.448$ লিটার বা 448 c.c. (প্রমাণ অবস্থায়)।

4. (*b*) What will be the volume of electrolytic gas evolved at N. T. P. in the above case ?

[উপরের উদাহরণে N. T. P.-তে কত আয়তনের ইলেক্‌ট্রোলিটিক্ গ্যাস নির্গত হইবে ?]

Ans. উপরের ক্ষেত্রে তড়িৎ-বিশ্লেষণের ফলে 2 : 1 আয়তনের অনুপাতে হাইড্রোজেন ও অক্সিজেনের যে মিশ্রণ নির্গত হয় তাহাকে ইলেক্‌ট্রোলিটিক গ্যাস বলে।

হাইড্রোজেনের আয়তন=448 c.c. সুতরাং অক্সিজেনের আয়তন $=\frac{1}{2}\times448$ বা 224 c.c.

∴ গ্যাস-মিশ্রণের আয়তন $=448+224$ বা 672 c.c.

5. How long will it take for a current of 1·5 amperes to deposit 0·2 g. of copper from copper sulphate solution ?

[1 Faraday=96500 coulombs ; Cu=64).

[কপার সালফেট দ্রবণ হইতে 0·2 গ্রাম কপার উৎপন্ন করিবার জন্য 1·5 অ্যাম্পিয়ার তড়িৎ-প্রবাহের কত সময় লাগিবে ? 1 ফ্যারাডে=96500 কুলম্ব ; Cu=64]

Ans. কপারের তুল্যাংক=পারমাণবিক ওজন ÷ যোজ্যতা $=64\div2=32$, কারণ $CuSO_4$-এ কপারের যোজ্যতা 2।

32 গ্রাম কপার উৎপন্ন হয় 96500 কুলম্ব দ্বারা,

∴ 0·2 গ্রাম " " " $\frac{96500\times0.2}{32}$ বা 603·12 কুলম্ব দ্বারা।

নির্ণেয় সময় t সেকেণ্ড হইলে তড়িতের পরিমাণ $=(1.5\times t)$ কুলম্ব।

$(1.5\times t)$ কুলম্ব তড়িৎ উৎপন্ন করে 0·2 গ্রাম কপার।

∴ $1.5\times t=603.12$ বা $t=\frac{603.12}{1.5}=402$

∴ নির্ণেয় সময়=402 সেকেণ্ড=6 মিনিট 42 সেকেণ্ড।

6. A current of 1 ampere, running for 10 minutes, sets free 1·26 g. of a metal from the solution of its salt. How much of the metal would be set free by a current of 2 amperes in 2 minutes ?

[1 অ্যাম্পিয়ার তড়িৎ-প্রবাহ 10 মিনিট প্রবাহিত হইয়া কোন লবণের দ্রবণ হইতে 1·26 গ্রাম ধাতু মুক্ত করে। 2 অ্যাম্পিয়ার তড়িৎ-প্রবাহ 2 মিনিট ধরিয়া প্রবাহিত হইলে কি পরিমাণ ধাতু মুক্ত হইবে ?]

Ans. প্রথম ক্ষেত্রে তড়িতের পরিমাণ $=1\times10\times60=600$ কুলম্ব।

দ্বিতীয় ক্ষেত্রে তড়িতের পরিমাণ $=2\times2\times60=240$ কুলম্ব।

600 কুলম্ব মুক্ত করে 1·26 গ্রাম ধাতু,

$\therefore$ 240 „ „ „ $\frac{1·26\times240}{600}$ বা 0·504 গ্রাম ধাতু।

7. The weight of copper deposited from a solution of copper sulphate by a uniform current of 0·25 ampere flowing for one hour is 0·295 g. Find the equivalent weight of copper (1 Faraday =96500 coulombs). —H. S. 1964 (Comp.)

[0·25 অ্যাম্পিয়ার তড়িৎ-প্রবাহ 1 ঘণ্টা ধরিয়া কপার সালফেট দ্রবণের মধ্যে বাহিত হইলে 0·295 গ্রাম কপার উৎপন্ন হয়। কপারের তুল্যাংক-ভার নির্ণয় কর। (1 ফ্যারাডে = 96500 কুলম্ব)]

Ans. 1 ঘণ্টা $=60\times60$ সেকেণ্ড। তড়িতের পরিমাণ $=(0·25\times60\times60)$ কুলম্ব। এক ফ্যারাডে অর্থাৎ 96500 কুলম্ব কোন পদার্থের এক গ্রাম-তুল্যাংক পরিমাণ বিমুক্ত করে।

$(0·25\times60\times60)$ কুলম্ব বিমুক্ত করে 0·295 গ্রাম কপার,

$\therefore$ 96500 কুলম্ব বিমুক্ত করে $\frac{0·295\times96500}{0·25\times60\times60}$ বা 31·62 গ্রাম কপার।

সুতরাং, কপারের তুল্যাংক-ভার = 31·62.

8. A current of 0·75 ampere is passed through a solution of a salt of a metal for 45 minutes. Increase in weight of cathode is 0·6662 g. Calculate the equivalent of the metal. —H. S. 1967

[একটি ধাতব লবণের দ্রবণের মধ্যে 0·75 অ্যামপিয়ার তড়িৎপ্রবাহ 45

মিনিট ধরিয়া প্রবাহিত হইলে ক্যাথোডের ওজন 0·6662 গ্রাম বৃদ্ধি পায়। ধাতুর তুল্যাংকভার নির্ণয় কর।]

Ans. ক্যাথোডের ওজন বৃদ্ধি = সঞ্চিত ধাতুর ওজন = 0·6662 গ্রাম

তড়িতের পরিমাণ $=(0·75\times45\times60)=2025$ কুলম্ব।

2025 কুলম্ব সঞ্চিত করে 0·6662 গ্রাম ধাতু,

$\therefore$ 96500 কুলম্ব সঞ্চিত করে $\frac{0·6662\times96500}{2025}$ বা 31·75 গ্রাম ধাতু।

$\therefore$ ধাতুর তুল্যাংকভার = 31·75।

9. An electric current is passed between platinum electrodes through dilute solutions of (a) copper sulphate and (b) silver nitrate, the solutions being placed in series.

If 0·105 g. of copper is deposited by the current from the first solution, calculate the weight of silver deposited in the second solution. (Cu = 63·5 ; Ag = 108) —H. S. 1964 (Comp.)

Ans শ্রেণীতে সংযুক্ত থাকায় সমপরিমাণ তড়িৎ উভয় দ্রবণে প্রবাহিত হয় বলিয়া ফ্যারাডের দ্বিতীয় সূত্রানুযায়ী উৎপন্ন কপার ও সিলভারের ওজন উহাদের রাসায়নিক তুল্যাংকের সমানুপাতিক। কপার সালফেটে কপারের যোজ্যতা 2, সুতরাং উহার রাসায়নিক তুল্যাংক = পারমাণবিক ওজন ÷ যোজ্যতা = 63·5 ÷ 2 = 31·75। একযোজী সিলভারের রাসায়নিক তুল্যাংক = 108 ÷ 1 = 108।

অতএব, $\frac{\text{কপারের ওজন}}{\text{সিলভারের ওজন}}=\frac{\text{কপারের রাসায়নিক তুল্যাংক}}{\text{সিলভারের রাসায়নিক তুল্যাংক}}$

বা, $\frac{0·105}{\text{সিলভারের ওজন}}=\frac{31·75}{108}$

বা, সিলভারের ওজন $=\frac{0·105\times108}{31·75}$ বা 0·357 গ্রাম।

10. Two cells, one containing copper sulphate and the other silver nitrate were placed in the same circuit. It was found that 0·106 g. of copper was deposited in the same time as 0·3597 g. of silver. Calculate the equivalent of silver. Equivalent of Cu = 31·8.

Also find out the amount of silver which will be deposited when a current of 1·05 amperes is passed through silver nitrate solution for 20 minutes. —Cal. I. Sc. 1953

[কপার সালফেট ও সিলভার নাইট্রেট দ্রবণের দুইটি সেল শ্রেণী সমবায়ে সাজান আছে। দেখা গেল, যে সময়ে 0·3597 গ্রাম সিলভার সঞ্চিত হয় ঠিক তত সময়ে 0·106 গ্রাম কপারও সঞ্চিত হয়। কপারের তুল্যাংকভার 31·8 হইলে সিলভারের তুল্যাংকভার কত ?

1·05 অ্যাম্পিয়ার তড়িৎ-প্রবাহ 20 মিনিট ধরিয়া সিলভার নাইট্রেট দ্রবণের মধ্যে চালিত করিলে কত গ্রাম সিলভার সঞ্চিত হইবে ?]

Ans. ফ্যারাডের দ্বিতীয় সূত্রানুযায়ী—

$$\frac{\text{সিলভারের তুল্যাংকভার}}{\text{কপারের তুল্যাংকভার}}=\frac{\text{উৎপন্ন সিলভারের ওজন}}{\text{উৎপন্ন কপারের ওজন}}$$

বা, $$\frac{\text{সিলভারের তুল্যাংকভার}}{31\cdot8}=\frac{0\cdot3597}{0\cdot106}$$

$\therefore$ $$\text{সিলভারের তুল্যাংকভার}=\frac{31\cdot8\times0\cdot3597}{0\cdot106}=107\cdot9$$

দ্বিতীয়াংশ—সিলভারের E.C.E. = সিলভারের তুল্যাংকভার × হাইড্রোজেনের E.C.E. = (107·9 × 0·0000104) গ্রাম।

$\therefore$ সঞ্চিত সিলভারের ওজন $w=Z\times C\times t=(107\cdot9\times0\cdot0000104\times1\cdot05\times20\times60)$ গ্রাম $=1\cdot414$ গ্রাম।

অথবা, 96500 কুলম্ব সঞ্চিত করে 107·9 গ্রাম সিলভার,

$\therefore$ (1·05 × 20 × 60) কুলম্ব সঞ্চিত করে $\frac{107\cdot9\times1\cdot05\times20\times60}{96500}$ গ্রাম।

$=1\cdot409$ গ্রাম।

11. The same quantity of electricity passes through solutions of (a) $AgNO_3$, (b) $CuSO_4$, (c) acidulated water. What amount of Ag and Cu will be deposited in (a) and (b) respectively in the time 300 c.c. of hydrogen at N. T. P. collect in (c) ? Ag = 108, Cu = 63.

[(a) $AgNO_3$ দ্রবণ, (b) $CuSO_4$ দ্রবণ ও (c) অ্যাসিড মিশ্রিত জলের মধ্য দিয়া একই পরিমাণ তড়িৎ পরিচালনা করা হইল। যে সময়ে (c)-তে প্রমাণ অবস্থায় 300 c.c. হাইড্রোজেন গ্যাস উৎপন্ন হয় তখন (a) ও (b)-তে যথাক্রমে কত ওজনের Ag ও Cu উৎপন্ন হইবে ? (Ag=108, Cu=63)]

Ans উৎপন্ন হাইড্রোজেনের ওজন=300×0·00009=0·027 গ্রাম। Ag-এর তুল্যাংক=108÷1=108 ; Cu-এর তুল্যাংক=63÷2=31·5 [কারণ Ag-এর যোজ্যতা 1 ও Cu-এর যোজ্যতা 2]। ফ্যারাডের দ্বিতীয় সূত্রানুযায়ী (a) ও (c) দ্রবণের ক্ষেত্রে,

$$\frac{\text{Ag-এর তুল্যাংক}}{\text{H-এর তুল্যাংক}}=\frac{\text{Ag-এর ওজন}}{\text{H-এর ওজন}}, \text{ বা } \frac{108}{1·008}=\frac{\text{Ag-এর ওজন}}{0·027}$$

$$\therefore \quad \text{Ag-এর ওজন}=\frac{108\times0·027}{1·008}=2·8928 \text{ গ্রাম।}$$

এইরূপে (b) ও (c) দ্রবণের ক্ষেত্রে,

$$\frac{\text{কপারের তুল্যাংক}}{\text{H-এর তুল্যাংক}}=\frac{\text{কপারের ওজন}}{\text{H-এর ওজন}}$$

$$\text{বা, } \quad \frac{31·5}{1·008}=\frac{\text{কপারের ওজন}}{0·027}$$

$$\therefore \quad \text{কপারের ওজন}=\frac{31·5\times0·027}{1·008}=0·8437 \text{ গ্রাম।}$$

12. An electric current is passed simultaneously through two cells containing (a) acidulated water, and (b) a solution of silver nitrate. Calculate the weight of silver deposited in the second cell during the time that 121·6 ml. of hydrogen at 27°C and 750 mm. pressure is liberated in the first. [At. wt. of Ag=107·88 ; valency of Ag=1 ; 1 ml. of hydrogen at N. T. P. weighs 0·00009 gm.] — H. S. 1965 (Comp.)

Ans. N. T. P.-তে হাইড্রোজেনের আয়তন V ml. হইলে,

$$\frac{760\times V}{273}=\frac{750\times121·6}{273+27} \text{ বা } V=\frac{750\times121·6\times273}{760\times300}=109·2 \text{ ml.}$$

∴ 109·2 ml. হাইড্রোজেনের ওজন $=(109{\cdot}2\times0{\cdot}00009)=0{\cdot}009828$ গ্রাম। ফ্যারাডের দ্বিতীয় সূত্রানুযায়ী,

$$\frac{\text{Ag-এর তুল্যাংক}}{\text{H-এর তুল্যাংক}}=\frac{\text{Ag-এর ওজন}}{\text{H-এর ওজন}} \text{ বা } \frac{107{\cdot}88}{1{\cdot}008}=\frac{\text{Ag-এর ওজন}}{0{\cdot}009828}$$

[Ag-এর তুল্যাংক = Ag-এর পারমাণবিক ওজন ÷ যোজ্যতা $=107{\cdot}88\div1$ $=107{\cdot}88$]

$$\text{সুতরাং Ag-এর ওজন}=\frac{107{\cdot}88\times0{\cdot}009828}{1{\cdot}008}=1{\cdot}0518 \text{ গ্রাম।}$$

13. Calculate the weight of silver deposited on a cathode when a current of 2·5 amperes is passed through a solution of $AgNO_3$ for one hour.

The same current is passed through two other cells, contained in series, one containing a solution of $CuSO_4$ and the other dilute sulphuric acid. Calculate the copper deposited and the volume of hydrogen liberated at N. T. P. (Equivalent of Ag and Cu are 107·88 and 31·75 respectively.) —H. S. 1967 (Comp.)

Ans. প্রথম অংশ : তড়িৎ-প্রবাহ = 2·5 অ্যামপিয়ার ; সময় = 1 ঘণ্টা = 60×60 সেকেণ্ড। ∴ তড়িতের পরিমাণ $=2{\cdot}5\times60\times60$ কুলম্ব।

সিলভারের গ্রাম-তুল্যাংক = 107·88 গ্রাম ; 1 ফ্যারাডে = 96500 কুলম্ব।

96500 কুলম্ব নির্গত করে 107·88 গ্রাম সিলভার

$$\therefore\quad 2{\cdot}5\times60\times60 \text{ কুলম্ব নির্গত করে}=\frac{107{\cdot}88\times2{\cdot}5\times60\times60}{96500}$$

বা 10·07 গ্রাম সিলভার।

দ্বিতীয় অংশ : একই পরিমাণ তড়িৎ (কুলম্ব) প্রবাহিত হইলে,

$$\text{কপারের ওজন (পূর্বের ন্যায়)}=\frac{31{\cdot}75\times2{\cdot}5\times60\times60}{96500} \text{ বা } 2{\cdot}961 \text{ গ্রাম।}$$

$$\text{হাইড্রোজেনের ওজন}=\frac{1\times2{\cdot}5\times60\times60}{96500} \text{ বা } 0{\cdot}0932 \text{ গ্রাম।}$$

2 গ্রাম হাইড্রোজেনের N. T. P.-তে আয়তন = 22·4 লিটার,

∴ 0·0932 গ্রাম হাইড্রোজেনের N. T. P.-তে আয়তন

$$=\frac{22·4\times0·0932}{2}=1·044 \text{ লিটার ।}$$

14. Assuming the electro-chemical equivalent of Ag to be 0·001118, find the electro-chemical equivalent of oxygen. (Ag=108)

[সিলভারের তাড়িত-রাসায়নিক তুল্যাংক 0·001118 ধরিয়া অক্সিজেনের তাড়িত-রাসায়নিক তুল্যাংক নির্ণয় কর। Ag=108]

Ans. $\frac{\text{O-এর তাড়িত-রাসায়নিক তুল্যাংক}}{\text{Ag-এর তাড়িত-রাসায়নিক তুল্যাংক}}=\frac{\text{অক্সিজেনের তুল্যাংক}}{\text{সিলভারের তুল্যাংক}}=\frac{8}{108}$

$=0·0741$

∴ O-এর তাড়িত রাসায়নিক তুল্যাংক

$=0·001118\times0·0741=0·0000828$ গ্রাম।

15. A solution of a salt of a metal of atomic weight 112 was electrolysed for 15 minutes with a current of 1·5 amperes. The weight of metal deposited was 0·783 g. Find the valency of the metal in the salt.

[112 পারমাণবিক ওজন-বিশিষ্ট একটি ধাতুর লবণের দ্রবণ 1·5 অ্যাম্পিয়ার তড়িৎ-প্রবাহের সাহায্যে 15 মিনিটকাল তড়িৎ-বিশ্লেষণ করিলে 0·783 গ্রাম ধাতু সঞ্চিত হয়। লবণে ধাতুর যোজ্যতা নির্ণয় কর।]

Ans. তড়িতের পরিমাণ $=1·5\times60\times15=1350$ কুলম্ব।

1350 কুলম্ব তড়িৎ উৎপন্ন করে 0·783 গ্রাম ধাতু,

∴ 96500 " " " " $\frac{0·783\times96500}{1350}$ বা 55·97 গ্রাম।

∴ ধাতুর তুল্যাংক-ভার $=55·97$।

আবার, যোজ্যতা $=\frac{\text{পারমাণবিক ওজন}}{\text{তুল্যাংক-ভার}}=\frac{112}{55·97}=2$

(নিকটতম পূর্ণ-সংখ্যা, কারণ যোজ্যতা ভগ্নাংশ হইতে পারে না।)

∴ ধাতুর নির্ণেয় যোজ্যতা $=2$.

16. The same quantity of electricity is passed through acidulated water and through a solution of the chloride of a metal M. The volume of hydrogen liberated at N. T. P. was 14·8 litres and the weight of metal deposited 42 g. The sp. heat of the metal is 0·094. What is the exact atomic weight of the metal, and formula of its chloride ?

[অ্যাসিড মিশ্রিত জল ও একটি ধাতু M-এর ক্লোরাইড লবণের মধ্য দিয়া একই পরিমাণ তড়িৎ পরিচালিত করা হইল। নির্গত হাইড্রোজেনের প্রমাণ অবস্থায় আয়তন 14·8 লিটার এবং সঞ্চিত ধাতুর ওজন 42 গ্রাম। ধাতুটির আপেক্ষিক তাপ 0·094। ধাতুর সঠিক পারমাণবিক ওজন কত? উহার ক্লোরাইডের সংকেত কি?]

Ans. ফ্যারাডের সূত্রানুযায়ী প্রথমে তুল্যাংকভার নির্ণয় করিয়া ডুলং এবং পেটিটের সূত্রের সাহায্যে আনুমানিক পারমাণবিক ওজন এবং পরে যোজ্যতা নির্ণয় করিয়া সঠিক পারমাণবিক ওজন নির্ণয় করিতে হইবে।

(i) তুল্যাংকভার নির্ণয়—

$$\frac{\text{উৎপন্ন ধাতুর ওজন}}{\text{নির্গত হাইড্রোজেনের ওজন}} = \frac{\text{ধাতুর তুল্যাংক}}{\text{H-এর তুল্যংক}}$$

বা $\frac{42}{14\cdot8 \times \cdot09} = \frac{\text{ধাতুর তুল্যাংক}}{1\cdot008}$, বা ধাতুর তুল্যাংক $= \frac{42 \times 1\cdot008}{14\cdot8 \times \cdot09} = 31\cdot78$

(ii) যোজ্যতা নির্ণয়—

ধাতুর আনুমানিক পারমাণবিক ওজন $= \frac{6\cdot4}{\text{আপেক্ষিক তাপ}} = \frac{6\cdot4}{\cdot094} = 68$

$\therefore$ ধাতুর যোজ্যতা $= \frac{\text{পারমাণবিক ওজন}}{\text{তুল্যাংকভার}} = \frac{68}{31\cdot78} = 2$ (নিকটতম পূর্ণসংখ্যা ; কারণ যোজ্যতা ভগ্নাংশ হইতে পারে না।)

সুতরাং, (iii) সঠিক পারমাণবিক ওজন $= 31\cdot78 \times 2 = 63\cdot56$ এবং ক্লোরাইডের সংকেত $= MCl_2$।

EXERCISE XI

1. 0·001118 g. of silver is deposited by 1 coulomb. How much silver would be deposited by a current of 2 amperes flowing for 15 minutes ? [Ans. 2·0124 g.]

2. The E. C. E. of copper is 0 00033 g. What weight of copper will be deposited by a current of 1 ampere in 1 hour ?

[Ans. 1·188 g.]

3. The E. C. E. of hydrogen is 0·00 0104 g How much electricity is required to deposit 2 g. of hydrogen ?

[Ans 192307·7 Coulombs]

4. 1·584 g of copper are deposited in 40 minutes by a current of 2 amperes What is the E C. E of copper ? [Ans. 0·00033 g.]

5. Calculate the amount of zinc deposited when a current of 3·5 amperes passes through zinc chloride solution for an hour.
E. C. E. of Zn = 0·000339 g. [Ans. 4·2714 g.]

6. An electric current is passed through dilute sulphuric acid between platinum electrodes. Calculate the values of z of the two products liberated at the anode and cathode, when the amounts of the products at the cathode and anode are 0·05616 g. and 0·44928 g. respectively produced by the passage of a current of 1·5 amperes strength for one hour. [Burdwan Entrance, 1961]

[Ans. ক্যাথোডে উৎপন্ন পদার্থের z=0·0000104 g. ;
অ্যানোডে উৎপন্ন পদার্থের z=0·0000832 g.]

7. What weight of copper is deposited by a current of 3·1 amperes flowing for an hour through blue vitriol solution ? (E. C. E. of H=0·0000104 ; Cu=63·5) [Ans 3·685 g.]

8. A current of 2 amperes was passed through an $\frac{N}{10}$ solution of copper sulphate for 16 minutes 5 seconds. Calculate the amount of copper deposited on the cathode. 96500 coulombs liberate 31·8 g. of copper.

What will be the effects when the same current is passed (i) through an N/5 solution of copper sulphate for the same time and (ii) through an N/10 solution of the same substance for 32 minutes and 10 seconds ? —H. S. 1963

[সময়=16 মি. 5 সে.=965 সে.। প্রবাহিত তড়িতের পরিমাণ=(2×965)

কুলম্ব। 96500 কুলম্ব উৎপন্ন করে 31·8 গ্রাম কপার। সুতরাং (2 × 965) কুলম্ব উৎপন্ন করে $\frac{31·8 \times 2 \times 965}{96500}$ বা 0·636 গ্রাম কপার।

(i) একই ওজনের (অর্থাৎ 0·636 গ্রাম) কপার উৎপন্ন হইবে। কারণ উৎপন্ন পদার্থ দ্রবণের মাত্রার উপর নির্ভর করে না। (ii) দ্বিগুণ পরিমাণ (অর্থাৎ 1·272 গ্রাম) কপার উৎপন্ন হইবে। কারণ সময় দ্বিগুণ হওয়াতে তড়িতের পরিমাণও দ্বিগুণ হইয়াছে।]

9. A current of 2 amperes is passed through an aqueous solution of copper sulphate through platinum electrodes for 32 minutes and 10 seconds. How much copper would be deposited on the cathode ? (1 Faraday = 96500 coulombs ; Cu = 63·6) —H. S. 1971

$CuSO_4$-এ কপারের তুল্যাংকভার $= \frac{63·6}{2} = 31·8$

32 মি. 10 সে. = 1930 সে.

∴ তড়িতের পরিমাণ = (2 × 1930) কুলম্ব।

96500 কুলম্ব নির্গত করে 31·8 গ্রাম কপার,

∴ (2 × 1930) কুলম্ব নির্গত করে $\frac{31·8 \times 2 \times 1930}{96500}$

বা 1·272 গ্রাম কপার।]

10. A current of 5 amperes is passed through a copper voltameter and a silver voltameter connected in series for 32 minutes and 10 seconds. Calculate the amount of copper and silver deposited. Given E. C. E. of Cu = 0·000325 g. and of Ag = ·001118 g.

—Cal. I. Sc., 1962 ; North Bengal Pre-University, 1963

[Ans. Cu. 3·137 g. ; Ag. 10·79 g.]

11. What is the strength of current in ampere which will liberate 55·9 c.c. of hydrogen at N. T. P. in 30 minutes ?

[Ans. 0·27 amp.]

12. What current strength will liberate 10. g. of iodine from KI solution in one hour ? (Calcutta, I. Sc.) [Ans. 2·11 amp.]

13. What current strength will liberate 0·01118 g. of silver per minute ? [Ans. 0·1665 amp.]

14. How many Faradays of electricity are required to deposit 76·2 g. of copper from an aqueous solution of copper salt ? (E. C. E of Cu=31·75) [Ans. 2·4 F.]

15. What weight of zinc will be deposited on the cathode when a current of 2 amperes is passed through a zinc sulphate solution for 20 minutes ? Given 96600 coulombs can deposit $\frac{65.3}{2}$ g. of zinc. (Burdwan Entrance, 1963) [Ans 0·812 g.]

16. The chemical equivalents of zinc, aluminium and iron (ferrous) are respectively 32·5, 9 and 28. What are the respective electro-chemical equivalent of these elements ?

[Hints. মৌলের তাড়িত-রাসায়নিক তুল্যাংক=ইহার তুল্যাংক×0·0000104]

[Ans. Zn=0·000338 g. ; Al=0·0000936 g. ; Fe^{++}=0·0002912 g.]

17. Given E C. E. of hydrogen=0·0000104, atomic weight of silver=108, chemical equivalent of copper=31·75 ; calculate the electro-chemical equivalents of silver, copper and oxygen.

[Ans. Ag=0·0011232 g., Cu=0·0003302 g. O=0·0000832 g.]

18. Calculate the volume of oxygen at N. T. P. which will be liberated when a current of 5 amperes passes through acidulated water for 10 minutes. Given 1 Faraday=96500 coulombs ; 1 c c. of oxygen at N. T. P. weighs 0·00143 g [Ans. 173·9 c c]

19. What volume of hydrogen at N. T. P. will be evolved when 1 ampere is passed for 1 hour through a solution of sulphuric acid ? [Ans. 417·8 c.c.]

20. Calculate : (a) moles, (b) grams, and (c) litres at N. T. P. of hydrogen gas that can be produced by the electrolysis of aqueous sodium chloride with a current of 1·93 amperes for 15 minutes.

Calculate also the amount in grams of copper and silver that will be deposited from copper sulphate and silver nitrate solutions respectively by the passage of the same quantity of electricity through their solutions. (Cu=63·60 ; Ag=108·0)

—Cal., I. Sc. 1963

[Hints 4(a) নং উদাহরণ দেখ। প্রথম পদ্ধতিতে নির্ণেয় হাইড্রোজেনের ওজনকে (গ্রাম) উহার আণবিক ওজন দ্বারা ভাগ করিয়া গ্রাম-অণু-পাইবে। অথবা, বিকল্প পদ্ধতি দেখ। [Ans. (a) 0·009 moles. (b) 0·018144 g. (c) 0·2016 litre ; Cu 0·5724 g., Ag 1·944 g.]

21. A current of 1·8 amperes was passed for 1 hour through a solution of a salt of a metal when 1·245 g. of the metal were deposited. What is the equivalent weight of the metal ?

[1 F=96500 coulombs.] [Ans. 107·89]

22. A current of 0·8 ampere liberates 1·491 g. of chlorine in 1 hour 24 minutes. What is the equivalent weight of chlorine ?

[1 Faraday=965000 coulombs.] [Ans. 35·7]

23. Calculate the volume of electrolytic gas at N. T. P., which will be liberated when a current of 5 amperes passes through dilute sulphuric acid with platinum electrodes for half an hour.

[Ans. 1·5667 litres]

24. 2 amperes flowing through a solution of zinc chloride deposit 1·014 g. zinc in 25 minutes. What is the equivalent of zinc ? (1 F=96500 coulombs). [Ans. 32·6]

25. A quantity of electricity is passed through cells containing (i) very dilute HCl, (ii) conc. HCl. What substances and what quantities of the same will be formed when the quantity of electricity passed is one Faraday ?

[Hints : 1 ফ্যারাডে 1 গ্রাম-তুল্যাংক পরিমাণ পদার্থ নির্গত করে।

[Ans. (i) H=1·008 g. ; O=8 g. ; (ii) H=1·008 g. ; Cl.=35·46 g.]

26. An electric current is passed through solutions of $CuSO_4$ and $AgNO_3$ connected in series. If in a given time 0·35 g. of

copper is deposited, what will be the weight of silver deposited in the same time ? [Cu - 63·57, Ag = 107·8.]

[9 নং উদাহরণে সমীকরণ দেখ। Ans. 1·187 g.]

27. Calculate the volume of the electrolytic gas (at N.T.P.) and the weight of copper deposited when a current of 0·1 ampere is passed for 45 minutes through a voltameter containing acidulated water and one containing copper sulphate solution with copper electrodes. [Ans. 47·22 c. c. ; 0·0891 g.]

28. The same quantity of electricity which liberated 92 c.c. of oxygen at N.T.P. deposited 1·774 g. of silver. Calculate the equivalent weight of silver. Weight of 1 litre of oxygen at N.T.P. is 1·43 g.

[Hints : প্রথমে 92 c.c. অক্সিজেনের ওজন বাহির কর। তারপর—

$$\frac{\text{সিলভারের তুল্যাংক}}{\text{অক্সিজেনের তুল্যাংক}}=\frac{\text{সিলভারের ওজন}}{\text{অক্সিজেনের ওজন}}$$

[Ans. 107·75]

29. An electric current is passed simultaneously through (a) acidulated water, (b) copper sulphate solution, (c) silver nitrate solution. What amount of copper and silver will be deposited in (b) and (c) respectively in the time 124·7 c. c. of hydrogen at 27°C and 750 mm. are liberated in (a) ?

[Ag = 108, Cu = 64.] [Ans. Cu = 0·32 g. ; Ag = 1·08 g.]

30. The passage of a quantity of electricity through acidulated water and a solution of copper sulphate liberate 203 c.c. of hydrogen at N.T.P. and deposits 0·578 g. of copper. Calculate the equivalent weight of copper. (Calcutta, I. Sc.) [Ans. 31·88]

31. A current passes simultaneously through acidulated water, a solution of $CuSO_4$, and a solution of $AgNO_3$, using platinum electrodes. What substances are produced in each cell, and how many grams of each, in the time that 10 c.c. of hydrogen at N.T.P. are liberated from water ? (Cu = 63·5, Ag = 108).

[Ans 1st. cell : O = 0·0072 g. ; H = 0·0009 g.
2nd cell : Cu = 0·02857 g. ; O = 0·0072 g. ;

দ্রবণে উৎপন্ন $H_2SO_4=0\cdot0441$ g.

3rd cell : $Ag=0\cdot0972$ g. ; $O=0\cdot00\ 2$ g. ; দ্রবণে উৎপন্ন $HNO_3=0\cdot0567$ g.]

Q. 211. Define and illustrate :—

(a) **acid,** —H. S. 1960 (Comp.), '62, '63, '70

(b) **base, alkali,** —H. S. 1960 (Comp.) ; '63, '70

(c) **basicity of an acid,**

(d) **acidity of a base.**

[উদাহরণ সহ সংজ্ঞা লিখ : (a) অ্যাসিড ; (b) ক্ষারক ও ক্ষার ; (c) অ্যাসিডের ক্ষারগ্রাহিতা ও (d) ক্ষারকের অম্লগ্রাহিতা ।]

Ans. (a) অ্যাসিড (Acid)—যে সকল হাইড্রোজেন-যুক্ত যৌগ জলীয় দ্রবণে আয়নিত হইয়া হাইড্রোজেন আয়ন H^+ উৎপন্ন করে এবং H^+ ব্যতীত অপর কোন পরা-তড়িৎযুক্ত আয়ন উৎপন্ন করে না তাহাদিগকে অ্যাসিড বলে. $_2SO_4$, HCl ইত্যাদি অ্যাসিড ; ইহারা জলীয় দ্রবণে আয়নিত হইয়া H^+ ব্যতীত অপর কোন পরা-তড়িৎযুক্ত আয়ন উৎপন্ন করে না। $H_2SO_4 \rightleftharpoons 2H^+ + SO_4^{=}$; $HCl \rightleftharpoons H^+ + Cl^-$ ।

অ্যাসিডের জলীয় দ্রবণ অম্লস্বাদযুক্ত হয়। ইহার জলীয় দ্রবণ নীল লিটমাস লাল করে, ইহা সর্বদা ক্ষারক দ্রব্যের সহিত বিক্রিয়া দ্বারা লবণ ও জল উৎপন্ন করে এবং কতকগুলি ধাতুর সহিত লবণ ও হাইড্রোজেন উৎপন্ন করে ; অ্যাসিডের যে সকল হাইড্রোজেন পরমাণু আয়নিত হয় তাহারাই লবণ উৎপাদনকালে ধাতু বা পরা-তড়িৎযুক্ত মূলক দ্বারা সম্পূর্ণ বা আংশিকরূপে প্রতিস্থাপিত হয়।

H_2SO_4-এর জলীয় দ্রবণ নীল লিটমাস লাল করে, কষ্টিক সোডার সহিত লবণ ও জল উৎপন্ন করে। Zn, Fe, Mg ইত্যাদি ধাতুর সহিত হাইড্রোজেন ও লবণ উৎপন্ন করে। H_2SO_4-এর হাইড্রোজেন ধাতুর দ্বারা সম্পূর্ণ বা আংশিকরূপে প্রতিস্থাপিত হয় ; যথা—Na_2SO_4, $NaHSO_4$ । সুতরাং H_2SO_4 একটি অ্যাসিড।

(b) **ক্ষারক (base)**—যে সকল পদার্থ (সাধারণতঃ ধাতব অক্সাইড বা হাইড্রক্সাইড) অ্যাসিডের সহিত বিক্রিয়া করিয়া কেবল লবণ ও জল উৎপন্ন করে তাহাদিগকে ক্ষারক বলে। ক্ষারক পদার্থ জলে দ্রবীভূত হইলে জলীয় দ্রবণে ইহা

আয়নিত হইয়া হাইড্রক্সিল আয়ন OH^- উৎপন্ন করে এবং OH^- ব্যতীত অপর কোন অপরা-তড়িৎযুক্ত আয়ন উৎপন্ন করে না। ইহার জলীয় দ্রবণ লাল লিটমাস নীল করে।

$NaOH$, $Ca(OH)_2$, CuO ইত্যাদি ক্ষারক। $NaOH$ বা $Ca(OH)_2$ জলীয় দ্রবণে এইরূপে আয়নিত হয়: $NaOH \rightleftharpoons Na^+ + OH^-$; $Ca(OH)_2 \rightleftharpoons Ca^{++} + 2OH^-$। ইহাদের জলীয় দ্রবণ লাল লিটমাস নীল করে। $NaOH$ হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের সহিত সোডিয়াম ক্লোরাইড (লবণ) ও জল এবং CuO সালফিউরিক অ্যাসিডের সহিত লবণ ও জল উৎপন্ন করে। $NaOH + HCl = NaCl + H_2O$; $CuO + H_2SO_4 = CuSO_4 + H_2O$। সুতরাং $NaOH$, $Ca(OH)_2$, CuO ইত্যাদি ক্ষারক।

ক্ষার (alkali)—যে সকল পদার্থ জলীয় দ্রবণে আয়নিত হইয়া হাইড্রক্সিল আয়ন OH^- উৎপন্ন করে এবং OH^- আয়ন ব্যতীত অপর কোন অপরা-তড়িৎযুক্ত আয়ন উৎপন্ন করে না তাহাদিগকে ক্ষার বলে। ক্ষারের জলীয় দ্রবণ লাল লিটমাস নীল করে; অ্যাসিডের সহিত বিক্রিয়া দ্বারা লবণ ও জল উৎপন্ন করে। $NaOH \rightleftharpoons Na^+ + OH^-$; $Ca(OH)_2 \rightleftharpoons Ca^{++} + 2OH^-$। $NaOH + HCl = NaCl$ (লবণ) $+ H_2O$।

(c) **অ্যাসিডের ক্ষারগ্রাহিতা**—অ্যাসিডের ক্ষারক প্রশমনের ক্ষমতাকে অ্যাসিডের ক্ষারগ্রাহিতা বলে। অ্যাসিডের প্রতি অণু হইতে যে কয়টি হাইড্রোজেন আয়ন H^+ উৎপন্ন হয় (অর্থাৎ প্রতি অণুতে যে কয়টি প্রতিস্থাপনীয় হাইড্রোজেন পরমাণু থাকে) সেই সংখ্যা দ্বারা অ্যাসিডের ক্ষারগ্রাহিতা প্রকাশ করা হয়।

উৎপন্ন H^+ আয়নের সংখ্যা এক হইলে অ্যাসিডকে একক্ষারীয়, দুই হইলে অ্যাসিডকে দ্বি-ক্ষারীয় এবং তিন হইলে অ্যাসিডকে ত্রি-ক্ষারীয় অ্যাসিড বলে।

জলীয় দ্রবণে HCl একটি H^+ আয়ন, H_2SO_4 দুইটি H^+ আয়ন, ও H_3PO_4 তিনটি H^+ আয়ন উৎপন্ন করে। সুতরাং HCl, H_2SO_4 ও H_3PO_4-এর ক্ষারগ্রাহিতা যথাক্রমে 1, 2 এবং 3। অর্থাৎ HCl এক-ক্ষারীয়, H_2SO_4 দ্বি-ক্ষারীয় ও H_3PO_4 ত্রি-ক্ষারীয় অ্যাসিড।

(d) **ক্ষারকের অম্লগ্রাহিতা**—ক্ষারকের অ্যাসিড প্রশমনের ক্ষমতাকে ক্ষারকের অম্লগ্রাহিতা বলে। জলীয় দ্রবণে ক্ষারকের প্রতি অণু হইতে যে কয়টি OH^- আয়ন

উৎপন্ন হয় অথবা এক অণু ক্ষারক সম্পূর্ণ প্রশমনের জন্য অ্যাসিড হইতে যে কয়টি H^+ আয়ন গ্রহণ করে সেই সংখ্যা দ্বারা ক্ষারকের অম্লগ্রাহিতা প্রকাশ করা হয়।

উৎপন্ন OH^- আয়নের সংখ্যা অথবা এক অণু ক্ষারক প্রশমনের জন্য প্রয়োজনীয় H^+ আয়নের সংখ্যা এক হইলে ক্ষারককে একাম্লিক ক্ষারক, দুই হইলে উহাকে দ্বি-আম্লিক এবং তিন হইলে উহাকে ত্রি-আম্লিক ক্ষারক বলে।

জলীয় দ্রবণে NaOH একটি OH^- আয়ন, $Ca(OH)_2$ দুইটি OH^- আয়ন উৎপন্ন করে। সুতরাং NaOH ও $Ca(OH)_2$ এর অম্লগ্রাহিতা যথাক্রমে এক ও দুই অর্থাৎ NaOH একাম্লিক ও $Ca(OH)_2$ দ্বি-আম্লিক ক্ষারক।

Q, 212. Define and illustrate :—

(a) salt, —H. S. 1970, '71 (Comp.)

(b) acid salt, —H. S. 1962, 1966 ; '69 (Comp.), '70

(c) basic salt, —H. S. 1963 (Comp.), '65, '66, '67, '69 (Comp.)

(d) normal or neutral salt.

[উদাহরণ সহ সংজ্ঞা লিখ : (a) লবণ, (b) অ্যাসিড লবণ, (c) ক্ষারকীয় লবণ, (d) শমিত লবণ।]

Or

What are salts ? How are they classified ? Give examples.

[লবণ কাহাকে বলে ? কিরূপে লবণের শ্রেণীবিভাগ করা হয় ? উদাহরণ দাও।]

Ans (a) **লবণ**—দ্রবণে অ্যাসিডের যে হাইড্রোজেন আয়নিত হয় সেই হাইড্রোজেন ধাতু বা পরা-তড়িৎযুক্ত মূলক দ্বারা আংশিক বা সম্পূর্ণরূপে প্রতিস্থাপিত হইয়া যে যৌগ উৎপন্ন হয় তাহাকে লবণ বলে।

লবণের জলীয় দ্রবণে H^+ আয়ন ব্যতীতও অন্যান্য পরা-তড়িৎযুক্ত আয়ন এবং OH^- ব্যতীতও অন্যান্য অপরা-তড়িৎযুক্ত আয়ন উৎপন্ন হয়। $NaCl \rightleftharpoons Na^+ + Cl^-$; $KHSO_4 \rightleftharpoons K^+ + HSO_4^-$; $HSO_4^- \rightleftharpoons H^+ + SO_4^{=}$

NaCl, NH_4Cl দুইটি লবণ—HCl-এর প্রতিস্থাপনীয় হাইড্রোজেন পরমাণু Na ধাতু ও NH_4 মূলক দ্বারা প্রতিস্থাপিত হইয়াছে। $KHSO_4$, K_2SO_4 দুইটি লবণ—প্রথম লবণে H_2SO_4-এর একটি H পরমাণু K দ্বারা এবং দ্বিতীয় লবণে দুইটি H পরমাণুই K দ্বারা প্রতিস্থাপিত হইয়াছে।

(b) **অ্যাসিড লবণ**—অ্যাসিডের প্রতিস্থাপনীয় হাইড্রোজেন পরমাণু ধাতু দ্বারা বা কোন পরা-তড়িৎযুক্ত মূলক দ্বারা আংশিকরূপে প্রতিস্থাপিত হইয়া যে লবণ উৎপন্ন হয় তাহাকে অ্যাসিড লবণ (বা বাই-লবণ) বলে। অ্যাসিড লবণের লঘু জলীয় দ্রবণে পরা-তড়িৎযুক্ত অপর আয়নের সহিত H^+ আয়নও থাকে।

$NaHSO_4$ একটি অ্যাসিড লবণ, কারণ H_2SO_4-এর দুইটি H^+ পরমাণুর একটি Na দ্বারা প্রতিস্থাপিত হইয়াছে। জলীয় দ্রবণে নিম্নরূপে আয়নিত হয়—

$NaHSO_4 \rightleftarrows Na^+ + HSO^-_4$; $HSO^-_4 \rightleftarrows H^+ + SO_4^{=}$। সেইরূপ $NaHCO_3$ (সোডিয়াম বাই-কার্বনেট), Na_2HPO_4, NaH_2PO_4 ইত্যাদি অ্যাসিড লবণের উদাহরণ। কারণ $NaHCO_3$-এ কার্বনিক অ্যাসিডের একটি H পরমাণু এবং Na_2HPO_4 ও NaH_2PO_4-এ যথাক্রমে ফসফরিক অ্যাসিডের (H_3PO_4) দুইটি ও একটি H পরমাণু Na দ্বারা প্রতিস্থাপিত হইয়াছে।

(c) **ক্ষারকীয় লবণ**—কোন বহু আম্লিক ক্ষার বা ক্ষারকের সমস্ত হাইড্রক্সিল মূলক অ্যাসিড দ্বারা সম্পূর্ণ প্রশমিত না হইয়া আংশিক প্রশমিত হওয়ার ফলে যে লবণের উৎপত্তি হয় তাহাকে ক্ষারকীয় লবণ বলে।

$Pb(OH)_2 \rightarrow Pb(OH)(NO_3)$। $CuCO_3$, $Cu(OH)_2$, আরেকটি ক্ষারকীয়
ক্ষারক ক্ষারকীয় লবণ লবণ।

(d) **শমিত লবণ**—কোন অ্যাসিডের অণুতে প্রতিস্থাপনযোগ্য সমস্ত হাইড্রোজেন পরমাণু ধাতু বা কোন পরা-তড়িৎযুক্ত মূলক দ্বারা প্রতিস্থাপিত হইলে যে লবণ উৎপন্ন হয় তাহাকে শমিত লবণ বলে। শমিত লবণ জলীয় দ্রবণে আয়নিত হইলে H^+ আয়ন ব্যতীত অপর ক্যাটায়ন এবং OH^- আয়ন ব্যতীত অপর অ্যানায়ন উৎপন্ন হয়।

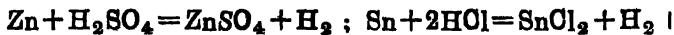
HCl হইতে উৎপন্ন NaCl এবং H_2SO_4 হইতে উৎপন্ন Na_2SO_4 শমিত লবণের উদাহরণ। $NaCl \rightleftarrows Na^+ + Cl^-$; $Na_2SO_4 \rightleftarrows 2Na^+ + SO_4^{=}$।

Q. 213. What are the different methods of preparing salts? Give examples.

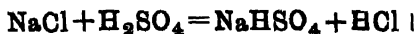
[লবণ প্রস্তুতির প্রণালী কি ? উদাহরণ দাও।]

Ans. লবণ প্রস্তুতির বিভিন্ন প্রণালী—

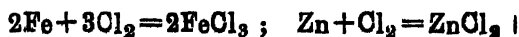
(i) ধাতুর উপর অ্যাসিডের বিক্রিয়া দ্বারা—অ্যাসিডের প্রতিস্থাপনীয় হাইড্রোজেন ধাতু দ্বারা প্রত্যক্ষরূপে প্রতিস্থাপিত হয়। এই প্রণালীতে ক্লোরাইড, সালফেট ও নাইট্রেট লবণ প্রস্তুত করা হয়।

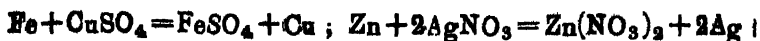
$$Zn + H_2SO_4 = ZnSO_4 + H_2 \; ; \; Sn + 2HCl = SnCl_2 + H_2$$ ।

(ii) অ্যাসিড ও ক্ষারকের বিক্রিয়া দ্বারা—দ্রাব্য লবণগুলি এই প্রণালীতে সুবিধামত প্রস্তুত করা হয়। আম্লিক ও ক্ষারকীয় অক্সাইডের বিক্রিয়াও এই প্রণালীর অন্তর্ভুক্ত। $ZnO + 2HCl = ZnCl_2 + H_2O$; $NaOH + HNO_3 = NaNO_3 + H_2O$; $Al_2O_3 + 3H_2SO_4 = Al_2(SO_4)_3 + 3H_2O$; $CaO + CO_2 = CaCO_3$ ।

(iii) লবণের উপর অ্যাসিডের ক্রিয়া দ্বারা—একটি তীব্র অ্যাসিড (যথা, HCl, HNO_3, H_2SO_4) ক্ষীণ অ্যাসিডকে (যথা, H_2S, H_2CO_3) উহার লবণ হইতে বিচ্যুত করিয়া তীব্র অ্যাসিডের লবণ উৎপন্ন করে। $CaCO_3 + 2HCl = CaCl_2 + H_2O + CO_2$; $FeS + H_2SO_4 = FeSO_4 + H_2S$ । বেশী উদ্বায়ী অ্যাসিডের লবণের উপর কম উদ্বায়ী অ্যাসিডের বিক্রিয়ার দ্বারা লবণ উৎপন্ন হয়।

$$NaCl + H_2SO_4 = NaHSO_4 + HCl$$ ।

(iv) বিপরিবর্ত বিক্রিয়া দ্বারা—দুইটি লবণের মধ্যে বিপরিবর্ত বিক্রিয়ার ফলে অদ্রাব্য লবণ উৎপন্ন হইয়া অধঃক্ষিপ্ত হয়। কোন কোন ক্ষেত্রে একটি লবণের পরিবর্তে অ্যাসিড বা ক্ষারক ব্যবহার করা যায়। $AgNO_3 + NaCl = AgCl$ (অদ্রাব্য) $+ NaNO_3$; $Pb(NO_3)_2 + Na_2SO_4 = PbSO_4$ (অদ্রাব্য) $+ 2NaNO_3$ । $BaCl_2 + H_2SO_4 = BaSO_4$ (অদ্রাব্য) $+ 2HCl$ ।

(v) ধাতু ও অধাতুর প্রত্যক্ষ সংযোজন দ্বারা—অনেক ক্লোরাইড ও সালফাইড লবণ এই প্রণালীতে প্রস্তুত করা যায়।

$$2Fe + 3Cl_2 = 2FeCl_3 \; ; \; Zn + Cl_2 = ZnCl_2$$ ।

(vi) একটি লবণের ধাতব অংশ অপর একটি অধিকতর পরা-তড়িৎসম্পন্ন ধাতু দ্বারা প্রতিস্থাপিত করিয়া—

$$Fe + CuSO_4 = FeSO_4 + Cu \; ; \; Zn + 2AgNO_3 = Zn(NO_3)_2 + 2Ag$$ ।

(vii) ধাতু ও ক্ষারকের বিক্রিয়া দ্বারা—$Zn + 2NaOH = Zn(ONa)_2$ (সোডিয়াম জিংকেট) H_2O ।

(viii) একটি লবণকে জারিত বা বিজারিত করিয়া—বেরিয়াম সালফেটকে কোক দ্বারা বিজারিত করিয়া বেরিয়াম সালফাইড এবং জিংক সালফাইডকে তাপ-জারণ দ্বারা জিংক সালফেট প্রস্তুত করা হয়।

$$BaSO_4+4C=BaS+4CO \; ; \; ZnS+2O_2=ZnSO_4 \text{ ।}$$

Q. 214. Explain the following terms :—

(a) Neutralisation. [H. S. 1962 ; 1963 (Comp). ; 1965, '67 (Comp) ; '71 (Comp) ; '72]

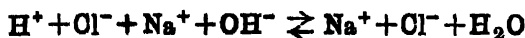
(b) Hydrolysis. [H. S. 1960 (Comp.) ; '65 ; '69 (Comp) , '71]

[ব্যাখ্যা কর : (a) প্রশমন, (b) আর্দ্র-বিশ্লেষণ।]

Ans. (a) **প্রশমন** (neutralisation)—অ্যাসিড ও ক্ষারের দ্রবণ তুল্যাংকের অনুপাতে মিশ্রিত করিলে লবণ ও জল উৎপন্ন হয় এবং উৎপন্ন দ্রবণের আম্লিক বা ক্ষারীয় ধর্ম থাকে না। এই শ্রেণীর বিক্রিয়াকে প্রশমন বলে। $HCl+NaOH=NaCl+H_2O$। অ্যাসিডের দ্রবণে H^+ আয়ন থাকে এবং দ্রবণের অ্যাসিড ধর্ম এই H^+ আয়নের জন্য হয়। ক্ষারের দ্রবণে OH^- আয়ন থাকে এবং দ্রবণের ক্ষারীয় ধর্ম এই OH^- আয়নের জন্য হয়। জলের আম্লিক ধর্মও নাই, ক্ষারীয় ধর্মও নাই, কারণ ইহাতে H^+ আয়ন ও OH^- আয়ন সমপরিমাণে থাকে। $H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$। সুতরাং, জলীয় দ্রবণে তুল্যাংক পরিমাণ অ্যাসিড ও ক্ষার মিশ্রিত করিলে অ্যাসিডের H^+ আয়ন ক্ষারের OH^- আয়নের সহিত যুক্ত হইয়া উদাসীন জলের অণু সৃষ্টি করে ; দ্রবণে H^+ বা OH^- আয়নের কোনটিই অতিরিক্ত থাকে না। অ্যাসিডের অ্যানায়ন ও ক্ষারের ক্যাটায়নের কোন পরিবর্তন হয় না।

$$HCl \rightleftharpoons H^+ + Cl^- \; ; \; NaOH \rightleftharpoons Na^+ + OH^- \; ;$$

$$H^+ + Cl^- + Na^+ + OH^- \rightleftharpoons Na^+ + Cl^- + H_2O$$

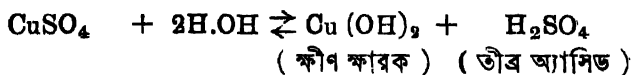
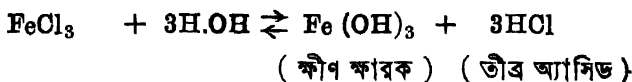
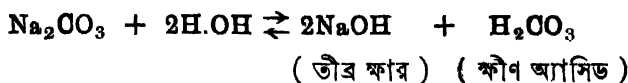
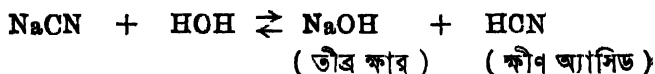
অর্থাৎ $H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$

সুতরাং, যে বিক্রিয়ায় অ্যাসিডের H^+ আয়ন এবং ক্ষারের OH^- আয়ন তুল্যাংক পরিমাণে যুক্ত হইয়া জল উৎপন্ন করে তাহাকে **প্রশমন** বলে।

(b) **আর্দ্র-বিশ্লেষণ** (hydrolysis)—কতকগুলি লবণ জলীয় দ্রবণে অ্যাসিডধর্মী বা ক্ষারধর্মী হয়। জল দ্বারা লবণের বিযোজনকে আর্দ্র-বিশ্লেষণ বলে।

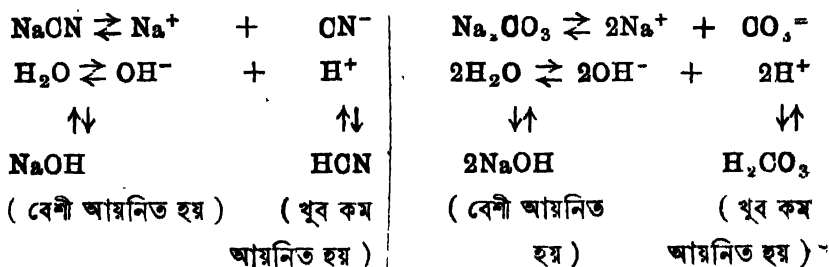
$$NaCN + HOH \rightleftarrows NaOH + HCN$$
(তীব্র ক্ষার) (ক্ষীণ অ্যাসিড)

$$Na_2CO_3 + 2H.OH \rightleftarrows 2NaOH + H_2CO_3$$
(তীব্র ক্ষার) (ক্ষীণ অ্যাসিড)

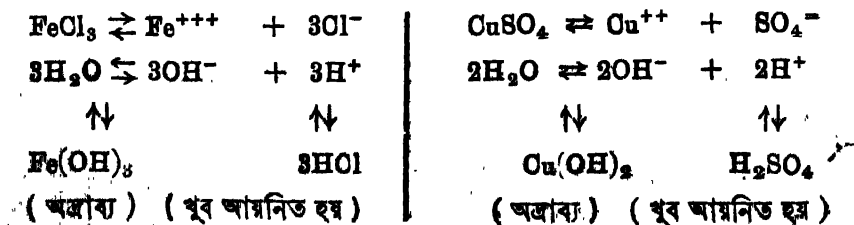
$$FeCl_3 + 3H.OH \rightleftarrows Fe(OH)_3 + 3HCl$$
(ক্ষীণ ক্ষারক) (তীব্র অ্যাসিড)

$$CuSO_4 + 2H.OH \rightleftarrows Cu(OH)_2 + H_2SO_4$$
(ক্ষীণ ক্ষারক) (তীব্র অ্যাসিড)

এই কারণে NaCN, Na_2CO_3 লবণের জলীয় দ্রবণ ক্ষারধর্মী এবং $FeCl_3$, $CuSO_4$ ইত্যাদি লবণের জলীয় দ্রবণ অ্যাসিডধর্মী হয়।

আয়নীয় ব্যাখ্যা—NaCN ও Na_2CO_3-এর জলীয় দ্রবণে নিম্নলিখিত আয়নগুলি বর্তমান থাকে :

$NaCN \rightleftarrows Na^+$	$+$	CN^-	$Na_2CO_3 \rightleftarrows 2Na^+$	$+$	$CO_3^{=}$
$H_2O \rightleftarrows OH^-$	$+$	H^+	$2H_2O \rightleftarrows 2OH^-$	$+$	$2H^+$
$\uparrow\downarrow$		$\uparrow\downarrow$	$\downarrow\uparrow$		$\downarrow\uparrow$
NaOH		HCN	2NaOH		H_2CO_3
(বেশী আয়নিত হয়)		(খুব কম আয়নিত হয়)	(বেশী আয়নিত হয়)		(খুব কম আয়নিত হয়)

সুতরাং, NaCN ও Na_2CO_3 ইত্যাদি লবণের (যাহা তীব্র ক্ষার ও মৃদু অ্যাসিড হইতে উৎপন্ন) জলীয় দ্রবণে OH^- আয়নের আধিক্যের জন্য দ্রবণ ক্ষার-ধর্মী হয়।

$FeCl_3$ ও $CuSO_4$-এর জলীয় দ্রবণে নিম্নলিখিত আয়নগুলি বর্তমান থাকে।

$FeCl_3 \rightleftarrows Fe^{+++}$	$+$	$3Cl^-$	$CuSO_4 \rightleftarrows Cu^{++}$	$+$	$SO_4^{=}$
$3H_2O \rightleftarrows 3OH^-$	$+$	$3H^+$	$2H_2O \rightleftarrows 2OH^-$	$+$	$2H^+$
$\uparrow\downarrow$		$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow$		$\uparrow\downarrow$
$Fe(OH)_3$		3HCl	$Cu(OH)_2$		H_2SO_4
(অদ্রাব্য)		(খুব আয়নিত হয়)	(অদ্রাব্য)		(খুব আয়নিত হয়)

সুতরাং, $FeCl_3$, $CuSO_4$ ইত্যাদি লবণের (যাহা তীব্র অ্যাসিড ও মৃদু ক্ষারক হইতে উৎপন্ন) জলীয় দ্রবণে H^+ আয়নের আধিক্যের জন্য দ্রবণ অ্যাসিডধর্মী হয়।

$NaCl$, K_2SO_4 ইত্যাদি যে সমস্ত লবণ তীব্র ক্ষারক ও তীব্র অ্যাসিড হইতে উৎপন্ন তাহারা জলে আয়নিত হয় কিন্তু এই আয়নগুলির সহিত জলের ক্রিয়া হয় না বলিয়া দ্রবণটি সম্পূর্ণ প্রশম থাকে। $NaCl \rightleftharpoons Na^+ + Cl^-$। ক্ষীণ অ্যাসিড ও ক্ষীণ ক্ষারক হইতে উৎপন্ন লবণ (যথা, অ্যামোনিয়াম অ্যাসিটেট, CH_3COONH_4), আর্দ্র-বিশ্লেষণের ফলে ক্ষীণ অ্যাসিড ও ক্ষীণ ক্ষার উৎপন্ন করে। ইহাদের তীব্রতা অনুসারে দ্রবণ অ্যাসিডধর্মী বা ক্ষারধর্মী হয়।

Additional Questions with hints on answers

CHAPTER XVIII

1. Explain and illustrate what you understand by electrolysis. How would you determine the chemical equivalent of copper electro-chemically?

[Calcutta, I. Sc.]

[Ans. 204 এবং 209নং প্রশ্নোত্তর দেখ।]

2. Explain the terms neutralisation and hydrolysis in terms of ionic theory.

[Ans. 214নং প্রশ্নোত্তর দেখ।]

3. Aqueous solutions of sodium carbonate [H. S. 1967 (Comp.)] and sodium cyanide are alkaline to litums whilst aqueous solutions of copper sulphate and ferric chloride are acidic. Give reasons for this.

[Cf. H. S. 1963 (Comp.)]

[Ans. 214 (b) নং প্রশ্নোত্তর দেখ।]

4. Explain what is meant by salt and show its relation to an acid and to a base. Mention the general methods for preparing salts.

[Ans. 211, 212 এবং 218নং প্রশ্নোত্তর দেখ।]

5. Explain, with ionic equations, neutralisation of sulphuric acid and hydrochloric acid with sodium hydroxide and also with calcium hydroxide. Define neutralisation from the stand-point of these equations.

[H. S. 1967 (Comp.)]

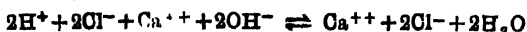
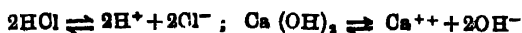
[Ans. NaOH ও HCl-এর প্রশমন—পৃঃ 499 দেখ।

NaOH ও H_2SO_4-এর প্রশমন : H_2SO_4-এর জলীয় দ্রবণে নিম্নলিখিত আয়নগুলি থাকে : $H_2SO_4 \rightleftharpoons 2H^+ + SO_4^{--}$। NaOH-এর জলীয় দ্রবণে নিম্নলিখিত আয়নগুলি থাকে : $2NaOH \rightleftharpoons 2Na^+ + 2OH^-$।

সুতরাং মোট বিক্রিয়া : H^+ আয়ন ও OH^- আয়ন যুক্ত হইয়া জল উৎপন্ন হয়। $H^+ + OH^- \rightleftharpoons 2H_2O$। এখানে H^+, OH^- আয়ন অদৃশ্য হইয়া যায়।

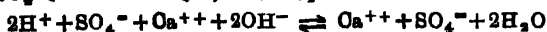
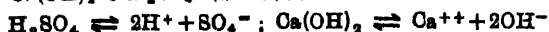
$Ca(OH)_2$ ও HCl-এর প্রশমন :

$$2HCl \rightleftharpoons 2H^+ + 2Cl^- \; ; \; Ca(OH)_2 \rightleftharpoons Ca^{++} + 2OH^-$$

$$2H^+ + 2Cl^- + Ca^{++} + 2OH^- \rightleftharpoons Ca^{++} + 2Cl^- + 2H_2O$$

মোট বিক্রিয়া : $2H^+ + 2OH^- \rightleftharpoons 2H_2O$

$Ca(OH)_2$ ও H_2SO_4-এর প্রশমন :

$$H_2SO_4 \rightleftharpoons 2H^+ + SO_4^{--} \; ; \; Ca(OH)_2 \rightleftharpoons Ca^{++} + 2OH^-$$

$$2H^+ + SO_4^{--} + Ca^{++} + 2OH^- \rightleftharpoons Ca^{++} + SO_4^{--} + 2H_2O$$

মোট বিক্রিয়া : $2H^+ + 2OH^- \rightleftharpoons 2H_2O$

সুতরাং এই সমীকরণগুলি হইতে প্রশমনের সংজ্ঞা নিম্নরূপে দেওয়া যায় : প্রশমন বিক্রিয়ায় অ্যাসিডের H^+ আয়ন এবং ক্ষারের OH^- আয়ন তুল্যাংক পরিমাণে যুক্ত হইয়া জলের অণু সৃষ্টি করে।

CHAPTER XIX

Acidimetry and Alkalimetry

[অম্লমিতি ও ক্ষারমিতি]

Q. 215. Define : (a) Standard solution, (b) Titration, (c) Indicator [H.S. 1971 (Comp.)], (d) Acidimetry and alkalimetry.

[সংজ্ঞা লিখ :—(a) প্রমাণ দ্রবণ, (b) টাইট্রেশন, (c) নির্দেশক, (d) অম্লমিতি ও ক্ষারমিতি।]

Ans. (a) **প্রমাণ দ্রবণ**—যে দ্রবণের নির্দিষ্ট আয়তনে নির্দিষ্ট পরিমাণ দ্রাব দ্রবীভূত থাকে তাহাকে প্রমাণ দ্রবণ বলে। মনে করা হইল 53 গ্রাম সোডিয়াম কার্বনেট জলে দ্রবীভূত করিয়া দ্রবণের আয়তন 1000 c. c. করা হইল। এইরূপে প্রস্তুত প্রমাণ দ্রবণের নির্দিষ্ট আয়তনে (1000 c c.) নির্দিষ্ট পরিমাণ (53 গ্রাম) দ্রাব আছে।

(b) **টাইট্রেশন**—প্রমাণ দ্রবণের সহিত অজ্ঞাতমাত্রা দ্রবণের সম্পূর্ণ বিক্রিয়া করিয়া উহার মাত্রা নির্ণয় করিবার পরীক্ষা-পদ্ধতিকে টাইট্রেশন বলা হয়।

(c) **নির্দেশক**—প্রমাণ দ্রবণের সাহায্যে কোন অজ্ঞাতমাত্রা দ্রবণের টাইট্রেশন করিবার সময় কতকগুলি রাসায়নিক দ্রব্য ব্যবহার করা হয়। বিক্রিয়ার শেষে এই দ্রব্যগুলি বিশেষ কোন পরিবর্তন (যথা, বর্ণ পরিবর্তন) দ্বারা টাইট্রেশনের সমাপ্তি-ক্ষণ (end point) নির্দেশ করে। ইহাদিগকে নির্দেশক বা ইণ্ডিকেটর বলে। নির্দেশক সাধারণতঃ ক্ষীণ জৈব অ্যাসিড ও ক্ষারক। উহাদের ব্যবহার অ্যাসিড ও ক্ষারের প্রকৃতির উপর নির্ভর করে। মিথাইল অরেঞ্জ, ফিনলথ্যালিন ইত্যাদি নির্দেশক। অ্যাসিডে মিথাইল অরেঞ্জের বর্ণ গোলাপী ও ক্ষারীয় দ্রবণে ইহার বর্ণ হলুদ। ফিনলথ্যালিন অ্যাসিড দ্রবণে বর্ণহীন, ক্ষারীয় দ্রবণে গোলাপী বর্ণের হয়। সুতরাং ইহাদের বর্ণ পরিবর্তন দ্বারা অ্যাসিড ও ক্ষারের প্রশমন ক্রিয়ার সমাপ্তি বোঝা যায়।

(d) **অম্লমিতি**—অ্যাসিডের প্রমাণ দ্রবণের সাহায্যে অজ্ঞাতমাত্রার ক্ষার দ্রবণ প্রশমিত করিয়া সেই ক্ষার দ্রবণের মাত্রা নির্ণয় করিবার প্রণালীকে অম্লমিতি বলে।

ক্ষারমিতি—ক্ষারের প্রমাণ দ্রবণের সাহায্যে অজ্ঞাতমাত্রার অ্যাসিড দ্রবণ প্রশমিত করিয়া ঐ অ্যাসিড দ্রবণের মাত্রা নির্ণয় করিবার প্রণালীকে ক্ষারমিতি বলে।

Q 216. Define : (a) equivalent weight and gram-equivalent of an acid. [H S. 1964 (Comp.) ; 1967]

(b) equivalent weight and gram-equivalent of a base. [H. S. 1964 (Comp.) ; 1967]

(c) equivalent weight and gram-equivalent of a salt.

[সংজ্ঞা লিখ : (a) অ্যাসিডের তুল্যাংকভার ও গ্রাম-তুল্যাংক ; (b) ক্ষারকের তুল্যাংকভার ও গ্রাম তুল্যাংক ; (c) লবণের তুল্যাংকভার ও গ্রাম-তুল্যাংক।]

Ans. (a) অ্যাসিডের তুল্যাংকভার—অ্যাসিডের যত ভাগ ওজনে এক ভাগ ওজনের প্রতিস্থাপনীয় হাইড্রোজেন থাকে তাহাকে ঐ অ্যাসিডের তুল্যাংকভার বলে। প্রতিস্থাপনীয় হাইড্রোজেনের সংখ্যা হইল অ্যাসিডের ক্ষারগ্রাহিতা।

$$\text{সুতরাং, অ্যাসিডের তুল্যাংকভার} = \frac{\text{অ্যাসিডের আণবিক ওজন}}{\text{অ্যাসিডের ক্ষারগ্রাহিতা}}।$$

HCl-এর 36·5 ভাগ ওজনে প্রতিস্থাপনীয় হাইড্রোজেনের ওজন এক ভাগ। সুতরাং, HCl-এর তুল্যাংকভার 36·5। 98 ভাগ ওজনের H_2SO_4-এ 2 ভাগ ওজনের হাইড্রোজেন আছে। সুতরাং, 1 ভাগ ওজনের হাইড্রোজেন থাকে 49 ভাগ ওজনের H_2SO_4-এ। অতএব, H_2SO_4-এর তুল্যাংকভার 49। অথবা,

$$H_2SO_4\text{-এর তুল্যাংকভার} = \frac{H_2SO_4\text{-এর আণবিক ওজন}}{\text{উহার ক্ষারগ্রাহিতা}} = \frac{98}{2} = 49।$$

অ্যাসিডের গ্রাম-তুল্যাংক—যত গ্রাম অ্যাসিডে এক গ্রাম প্রতিস্থাপনীয় হাইড্রোজেন থাকে তত গ্রামকে ঐ অ্যাসিডের গ্রাম-তুল্যাংক বলে। অ্যাসিডের প্রতিস্থাপনীয় হাইড্রোজেন সংখ্যা উহার ক্ষারগ্রাহিতা বলিয়া অ্যাসিডের গ্রাম-তুল্যাংক $= \frac{\text{অ্যাসিডের গ্রাম আণবিক ওজন}}{\text{অ্যাসিডের ক্ষারগ্রাহিতা}}$।

98 গ্রাম H_2SO_4-এ 2 গ্রাম প্রতিস্থাপনীয় হাইড্রোজেন থাকে। সুতরাং, 1 গ্রাম প্রতিস্থাপনীয় হাইড্রোজেন থাকে 49 গ্রাম H_2SO_4-এ। সুতরাং গ্রাম-তুল্যাংক=49 গ্রাম। অথবা, H_2SO_4-এর গ্রাম-তুল্যাংক $= \frac{\text{গ্রাম-আণবিক ওজন}}{\text{ক্ষারগ্রাহিতা}}$

$= \frac{98 \text{ গ্রাম}}{2} = 49$ গ্রাম।

(b) **ক্ষারকের তুল্যাংকভার**—ক্ষারকের যত ভাগ ওজন অ্যাসিডের এক তুল্যাংক-ভাগ সম্পূর্ণ প্রশমিত করে তাহাই ক্ষারকের তুল্যাংকভার। এক অণু ক্ষারক যত তুল্যাংক অ্যাসিড প্রশমিত করে তাহাই ক্ষারকের অম্লগ্রাহিতা।

সুতরাং, ক্ষারকের তুল্যাংকভার $= \frac{\text{ক্ষারকের আণবিক ওজন}}{\text{অম্লগ্রাহিতা}}$।

$NaOH + HCl = NaCl + H_2O$, এই উদাহরণে 40 ভাগ ওজনের সোডিয়াম হাইড্রক্সাইডকে 36·5 ভাগ ওজনের বা এক তুল্যাংক-ভাগ HCl প্রশমিত করে। সুতরাং NaOH-এর তুল্যাংকভার 40। অথবা, NaOH-এর তুল্যাংকভার

$$= \frac{NaOH\text{-এর আণবিক ওজন}}{\text{উহার অম্লগ্রাহিতা}} = \frac{40}{1} = 40।$$

$MgO+2HCl=MgCl_2+H_2O$, এই উদাহরণে 40 ভাগ ওজনের MgO বিক্রিয়া করে 2×36·5 ভাগ ওজনের বা 2 তুল্যাংক-ভাগ HCl-এর সহিত। সুতরাং 1 তুল্যাংক-ভাগ HCl বিক্রিয়া করিবে $\frac{40}{2}$ বা 20 ভাগ ওজনের MgO-এর সহিত। সুতরাং MgO-এর তুল্যাংকভার=20।

ক্ষারকের গ্রাম-তুল্যাংক—ক্ষারকের যত গ্রাম ওজন অ্যাসিডের এক গ্রাম-তুল্যাংক সম্পূর্ণ প্রশমিত করে তত গ্রামকে ক্ষারকের গ্রাম-তুল্যাংক বলে। এক গ্রাম-অণু ক্ষারক দ্বারা যত গ্রাম-তুল্যাংক অ্যাসিড প্রশমিত হয় সেই সংখ্যাটি ক্ষারকের অম্লগ্রাহিতা।

$$\therefore \text{ ক্ষারকের গ্রাম-তুল্যাংক} = \frac{\text{ক্ষারকের গ্রাম-আণবিক ওজন}}{\text{উহার অম্লগ্রাহিতা}} \text{।}$$

$2NaOH+H_2SO_4=Na_2SO_4+2H_2O$, এই উদাহরণে 2×40 গ্রাম NaOH 98 গ্রাম বা 2×গ্রাম-তুল্যাংক H_2SO_4 প্রশমিত করে। সুতরাং এক গ্রাম তুল্যাংক H_2SO_4 প্রশমিত করিতে NaOH লাগে 40 গ্রাম। অতএব NaOH-এর গ্রাম তুল্যাংক=40 গ্রাম।

$Ca(OH)_2+2HCl=CaCl_2+2H_2O$, এই উদাহরণে $Ca(OH)_2$-এর

$$\text{গ্রাম-তুল্যাংক} = \frac{Ca(OH)_2\text{-এর গ্রাম-আণবিক ওজন}}{\text{উহার অম্লগ্রাহিতা}} = \frac{74 \text{ গ্রাম}}{2} = 37 \text{ গ্রাম।}$$

(c) **লবণের তুল্যাংকভার**—লবণের যত ভাগ ওজনে লবণের মধ্যস্থিত ধাতুটির এক তুল্যাংক-ভাগ থাকে তাহাই লবণের তুল্যাংকভার।

106 ভাগ ওজনের Na_2CO_3-এ 2×23 ভাগ ওজনের সোডিয়াম আছে। সুতরাং 23 ভাগ ওজনের (কারণ সোডিয়ামের তুল্যাংকভার=23) সোডিয়াম আছে 106÷2 বা 53 ভাগ ওজনের Na_2CO_3-এ। সুতরাং Na_2CO_3-এর তুল্যাংকভার=53।

লবণের গ্রাম-তুল্যাংক—লবণের যত গ্রাম ওজনে লবণের মধ্যস্থিত ধাতুটির এক গ্রাম-তুল্যাংক থাকে তত গ্রামকে লবণের গ্রাম-তুল্যাংক বলে।

কপার সালফেট ($CuSO_4, 5H_2O$)-এর গ্রাম-আণবিক ওজন 249·5 এবং উহাতে 63·5 গ্রাম কপার আছে। কপারের গ্রাম-তুল্যাংক 31·75 গ্রাম।

∴ 31·75 গ্রাম কপার $\frac{249·5 \times 31·75}{63·5}$ বা 124·75 গ্রাম $CuSO_4, 5H_2O$-তে আছে। সুতরাং $CuSO_4, 5H_2O$-এ গ্রাম-তুল্যাংক=124·75 গ্রাম।

Q. 217. What do you understand by the following ?

(a) normal solution,

[H. S. 1961 ; '65 (Comp) ; '66, (Comp.)]

(b) molar solution,
(c) normality of a solution,
(d) molarity of a solution,
(e) deci-normal solution,
(f) twice normal solution.

[নিম্নলিখিত দ্বারা কি বোঝ ? (a) নর্মাল-দ্রবণ, (b) মোলার দ্রবণ, (c) দ্রবণের নর্মালিটি, (d) দ্রবণের মোলারিটি, (e) ডেসি-নর্মাল দ্রবণ, (f) দ্বিগুণ নর্মাল দ্রবণ।]

Ans. (a) **নর্মাল দ্রবণ বা তুল্য দ্রবণ**—এক লিটার বা 1000 c.c. দ্রবণে কোন পদার্থের এক গ্রাম-তুল্যাংক দ্রবীভূত থাকিলে ঐ দ্রবণকে নর্মাল দ্রবণ বা তুল্য দ্রবণ বলে। সংকেতের পূর্বে N চিহ্ন লিখিয়া নর্মাল দ্রবণ বুঝান হয়। Na_2CO_3-এর গ্রাম-তুল্যাংক 53 গ্রাম। সুতরাং নর্মাল Na_2CO_3 দ্রবণের [N Na_2CO_3 দ্রবণ] এক লিটারে 53 গ্রাম Na_2CO_3 দ্রবীভূত থাকে। সেইরূপ N HCl দ্রবণের এক লিটারে 36·5 গ্রাম HCl (HCl-এর গ্রাম-তুল্যাংক 36·5 গ্রাম) দ্রবীভূত থাকে।

(b) **মোলার দ্রবণ বা আণবিক দ্রবণ**—এক লিটার বা 1000 c.c. দ্রবণে কোন পদার্থের এক গ্রাম-অণু দ্রবীভূত থাকিলে ঐ দ্রবণকে মোলার দ্রবণ বা আণবিক দ্রবণ বলে। Na_2CO_3-এর গ্রাম-আণবিক ওজন 106 গ্রাম। সুতরাং মোলার সোডিয়াম কার্বনেট দ্রবণের এক লিটারে 106 গ্রাম সোডিয়াম কার্বনেট দ্রবীভূত থাকে। HCl-এর মোলার দ্রবণ—ইহার অর্থ এক লিটার ঐ দ্রবণে 36·5 গ্রাম HCl (HCl-এর গ্রাম-অণু=36·5 গ্রাম) দ্রবীভূত আছে। যে পদার্থের গ্রাম-তুল্যাংক ও গ্রাম-অণু একই তাহার নর্মাল দ্রবণ ও মোলার দ্রবণের মাত্রা সমান। যথা, HCl দ্রবণ।

(c) **দ্রবণের নর্মালিটি বা তুল্যাংকমাত্রা**—এক লিটার দ্রবণে যত গ্রাম-তুল্যাংক দ্রাব থাকে তাহাকে ঐ দ্রবণের নর্মালিটি বা তুল্যাংকমাত্রা বলে। নর্মাল

$NaOH$ দ্রবণের এক লিটারে 40 গ্রাম বা এক গ্রাম-তুল্যাংক $NaOH$ থাকে। সুতরাং ঐ দ্রবণের নর্মালিটি হইতেছে এক। এক লিটার H_2SO_4-এর দ্রবণে 98 গ্রাম H_2SO_4 (অর্থাৎ 2 গ্রাম-তুল্যাংক) থাকিলে দ্রবণের নর্মালিটি 2, 9·8 গ্রাম H_2SO_4 $\left(\text{অর্থাৎ } \frac{9 \cdot 8}{49} \text{ বা } 0 \cdot 2 \text{ গ্রাম-তুল্যাংক}\right)$ দ্রবীভূত থাকিলে দ্রবণের নর্মালিটি হইবে 0·2।

(d) **মোলারিটি বা আণবিক মাত্রা**—এক লিটার দ্রবণে যত গ্রাম-অণু দ্রাব থাকে তাহাকে ঐ দ্রবণের মোলারিটি বা আণবিক মাত্রা বলে। এক লিটার Na_2CO_3 দ্রবণে 106 গ্রাম অর্থাৎ এক গ্রাম-অণু Na_2CO_3 থাকিলে ঐ দ্রবণের মোলারিটি এক, 53 গ্রাম (অর্থাৎ $\frac{53}{106}$ বা 0·5 গ্রাম-অণু) Na_2CO_3 দ্রবীভূত থাকিলে দ্রবণের মোলারিটি 0·5।

(e) **ডেসি-নর্মাল দ্রবণ**—এক লিটার বা 1000 c.c. দ্রবণে কোন পদার্থের এক গ্রাম-তুল্যাংকের দশ ভাগের এক ভাগ দ্রবীভূত থাকিলে ঐ দ্রবণকে ডেসি-নর্মাল দ্রবণ বলে। ইহাকে $\frac{N}{10}$ দ্রবণরূপে লেখা হয়। H_2SO_4-এর গ্রাম-তুল্যাংক 49 গ্রাম। সুতরাং H_2SO_4-এর এক লিটার দ্রবণে 4·9 গ্রাম (তুল্যাংকের দশ ভাগের এক ভাগ) H_2SO_4 থাকিলে ঐ দ্রবণকে ডেসি-নর্মাল দ্রবণ বলে।

(f) **দ্বিগুণ নর্মাল দ্রবণ**—এক লিটার বা 1000 c.c. দ্রবণে কোন পদার্থের দুই গ্রাম-তুল্যাংক দ্রবীভূত থাকিলে ঐ দ্রবণকে দ্বিগুণ নর্মাল বলা হয়। ইহা লেখা হয় 2N দ্রবণরূপে। HCl-এর দ্রবণের এক লিটারে 73 গ্রাম (অর্থাৎ 2 × গ্রাম-তুল্যাংক) HCl দ্রবীভূত থাকিলে ঐ দ্রবণকে দ্বিগুণ নর্মাল বা 2N দ্রবণ বলা হয়।

Q. 218. How would you prepare a deci-normal solution of sulphuric acid? [H. S. 1962 ; 1965 (Comp.)]

[সালফিউরিক অ্যাসিডের ডেসি-নর্মাল দ্রবণ কিরূপে প্রস্তুত করিবে ?]

Ans. প্রথমে আনুমানিক $\left(\frac{N}{10}\right)$ মাত্রার সালফিউরিক অ্যাসিড দ্রবণ প্রস্তুত করা হয়। তারপর প্রমাণ সোডিয়াম কার্বনেট দ্রবণের সাহায্যে টাইট্রেশন করিয়া ঐ আনুমানিক মাত্রার অ্যাসিড দ্রবণের সঠিক মাত্রা নির্ণয় করা হয়।

(i) **সালফিউরিক অ্যাসিডের আনুমানিক $\frac{N}{10}$ মাত্রার দ্রবণ প্রস্তুতি—**

ল্যাবরেটরীর গাঢ় H_2SO_4 সাধারণতঃ 36 (N)। সুতরাং 1000 c.c. $\left(\frac{N}{10}\right)$ সালফিউরিক অ্যাসিড দ্রবণ প্রস্তুত করিতে যদি x c.c. গাঢ় H_2SO_4 লাগে তবে $x \times 36N = 1000 \times \frac{N}{10} = 100 \times 1N$ বা $x = \frac{100}{36} = 2.8$ c.c.।

একটি পরিষ্কার 500 c.c. বীকারে প্রায় 400 c.c. জল লইয়া উহার মধ্যে মাপক সিলিণ্ডারের সাহায্যে প্রায় 3 c.c. গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড ধীরে ধীরে মিশাইয়া নাড়িয়া দেওয়া হয়। অতঃপর এই দ্রবণ একটি লিটার-ফ্লাস্কে ঢালিয়া নির্দিষ্ট দাগ পর্যন্ত পাতিত জল দ্বারা পূর্ণ করা হয়। এইরূপে সালফিউরিক অ্যাসিডের আনুমানিক $\left(\frac{N}{10}\right)$ মাত্রার দ্রবণ প্রস্তুত করা হয়।

(ii) **সোডিয়াম কার্বনেটের $\frac{N}{10}$ মাত্রার দ্রবণ প্রস্তুতি—**250 c.c. $\left(\frac{N}{10}\right)$ Na_2CO_3 দ্রবণ প্রস্তুত করিতে হইবে। Na_2CO_3-এর গ্রাম-তুল্যাংক 53 গ্রাম। সুতরাং 250 c.c $\left(\frac{N}{10}\right)$ দ্রবণ প্রস্তুত করিতে Na_2CO_3 লাগিবে $\frac{53}{10 \times 4}$ বা 1.325 গ্রাম। বিশুদ্ধ ও শুষ্ক Na_2CO_3 লইয়া 1.325 গ্রাম বা উহার কাছাকাছি কোন যথার্থ ওজন লওয়া হইল। এই সোডিয়াম কার্বনেট একটি 250 c.c.-ফ্লাস্কে জলে দ্রবীভূত করিয়া জল মিশাইয়া দ্রবণের আয়তন 250 c.c করা হইল। যদি 1.358 গ্রাম Na_2CO_3 লওয়া হইয়া থাকে তবে দ্রবণের সঠিক মাত্রা$=\frac{1.358}{1.325}\left(\frac{N}{10}\right)$

$$= 1.025\left(\frac{N}{10}\right)$$

(iii) **টাইট্রেশন**—একটি কনিক্যাল ফ্লাস্কে পিপেটের সাহায্যে 25 c.c. সোডিয়াম কার্বনেট দ্রবণ লইয়া উহাতে খানিকটা পাতিত জল মিশাইয়া লঘু করা হয়। দ্রবণে কয়েক ফোঁটা মিথাইল অরেঞ্জ ইণ্ডিকেটর মিশান হয়। দ্রবণের বর্ণ হলুদ হয়। অতঃপর বুরেট হইতে আনুমানিক $\left(\frac{N}{10}\right)$ মাত্রার সালফিউরিক

অ্যাসিড ফোঁটা ফোঁটা করিয়া সোডিয়াম কার্বনেট দ্রবণে মিশান হয় এবং দ্রবণ নাড়িয়া দেওয়া হয়। দ্রবণের বর্ণ গোলাপী বর্ণের হইলেই অ্যাসিড যোগ করা বন্ধ করা হয়। ইহাই টাইট্রেশনের সমাপ্তিক্ষণ। বুরেট হইতে ব্যবহৃত অ্যাসিডের আয়তন জানিয়া লওয়া হয়। এইরূপে তিনবার টাইট্রেশন করিয়া অ্যাসিডের আয়তনের গড় নির্ণয় করা হয়। মনে করা হইল, 25 c.c. 1·025 $\left(\frac{N}{10}\right)$ Na_2CO_3 দ্রবণের প্রশমনের জন্য আনুমানিক মাত্রার অ্যাসিড লাগে 24 c.c.।

সুতরাং, $24 \times x = 25 \times 1{\cdot}025 \left(\frac{N}{10}\right)$ যেখানে x = অ্যাসিডের মাত্রা।

$$\therefore \quad x = \frac{25 \times 1{\cdot}025}{24}\left(\frac{N}{10}\right) = 1{\cdot}067\left(\frac{N}{10}\right)$$

সুতরাং, H_2SO_4 দ্রবণের সঠিক মাত্রা $= 1{\cdot}067 \left(\frac{N}{10}\right)$

Q. 218. (a) A bottle contains sulphuric acid approximately 2N in strength. Describe giving experimental details how you will determine the exact strength. [H. S. 1967 (Comp.)]

Ans. সংকেত : 25 c.c. সঠিক মাত্রায় Na_2CO_3-এর প্রমাণ দ্রবণ লইয়া (2N মাত্রার কাছাকাছি) মিথাইল অরেঞ্জ নির্দেশক ব্যবহার করিয়া টাইট্রেশন করিতে হইবে। বর্ণনার জন্য 218 প্রশ্নোত্তরে "টাইট্রেশন" অংশ দেখ।

Important principles in volumetric analysis

[আয়তনমাত্রিক বিশ্লেষণের কতকগুলি প্রয়োজনীয় নীতি]

[1] দ্রবণের গাঢ়তা বা শক্তি প্রকাশ করা হয় শতকরা মাত্রা, আণবিক মাত্রা, লিটার প্রতি গ্রাম ও নর্মালিটি মাত্রা হিসাবে। এক মাত্রা হইতে অন্য মাত্রায় দ্রবণের গাঢ়তা বা শক্তি কিরূপে পরিণত করা হয় তাহা এখন শিখিবে।

(a) **শতকরা মাত্রা হইতে নর্মালিটি মাত্রা**—5% NaOH দ্রবণের অর্থ 100 c.c. ঐ দ্রবণে 5 গ্রাম NaOH আছে। সুতরাং 1000 c c. দ্রবণে (5 × 10) গ্রাম NaOH আছে। অতএব, দ্রবণের মাত্রা $= \frac{5 \times 10}{40} = 1{\cdot}25$ (N)। অতএব, কোন দ্রবণের শতকরা মাত্রা a হইলে উহার **নর্মাল মাত্রা** $= \frac{a \times 10}{\text{দ্রাবের গ্রাম-তুল্যাংক}}$ (N)

(b) নর্মালিটির সংজ্ঞানুসারে, যে দ্রবণের নর্মালিটি 1 সেই দ্রবণের প্রতি লিটারে দ্রাবের পরিমাণ 1 × দ্রাবের গ্রাম-তুল্যাংক। যে দ্রবণের নর্মালিটি 2, 0·5, বা 0·04 সেই দ্রবণের প্রতি লিটারে দ্রাবের পরিমাণ যথাক্রমে 2 × গ্রাম-তুল্যাংক, 0·5 × গ্রাম-তুল্যাংক, 0·04 × গ্রাম-তুল্যাংক। অতএব,

প্রতি লিটারে গ্রাম হিসাবে ওজন = নর্মালিটি × গ্রাম-তুল্যাংক।

সুতরাং, নর্মালিটি = প্রতি লিটারে গ্রাম হিসাবে ওজন ÷ গ্রাম-তুল্যাংক

[2] 1000 c.c. (N) দ্রবণে দ্রাবের পরিমাণ = 1 গ্রাম-তুল্যাংক

∴ 1000 c.c. $\left(\frac{N}{10}\right)$ " " " $= \frac{1 \text{ গ্রাম-তুল্যাংক}}{10}$

এবং 100 c.c. (N) " " " $= \frac{1 \text{ গ্রাম তুল্যাংক}}{10}$

∴ 1000 c. c. $\left(\frac{N}{10}\right)$ দ্রবণ = 100 c c. (N) দ্রবণ।

বা, 10 c.c. $\left(\frac{N}{10}\right)$ দ্রবণ = 1 c.c. (N) = $\left(10 \times \frac{1}{10}\right)$ c.c. N দ্রবণ।

∴ 10 c.c. $\left(\frac{N}{10}\right)$ দ্রবণ = $\left(10 \times \frac{1}{10}\right)$ c c. (N) দ্রবণ।

সাধারণভাবে, V c.c. x(N) **দ্রবণ** = (V × x) c.c. (N) **দ্রবণ**

উদাহরণ (i) 10 c.c. 4 (N) দ্রবণ = (10 × 4) বা 40 c c. (N) দ্রবণ।

(ii) 20 c.c. ·5(N) দ্রবণ = (20 × ·5) বা 10 c.c. (N) দ্রবণ।

(iii) 50 c.c. 1·05$\left(\frac{N}{10}\right)$ দ্রবণ = $\left(50 \times 1·05 \times \frac{1}{10}\right)$ = 5·25 c.c. (N) দ্রবণ।

[3] যে কোন অ্যাসিডের 1000 c.c. (N) দ্রবণে অ্যাসিডের পরিমাণ = 1 গ্রাম-তুল্যাংক। যে কোন ক্ষারের 1000 c.c. (N) দ্রবণে ক্ষারের পরিমাণ = 1 গ্রাম-তুল্যাংক। কিন্তু 1 গ্রাম-তুল্যাংক অ্যাসিড ও 1 গ্রাম-তুল্যাংক ক্ষার পরস্পরকে প্রশমিত করে।

∴ 1000 c.c. (N) যে কোন অ্যাসিড দ্রবণ = 1000 c.c. (N) যে কোন ক্ষার দ্রবণ

বা, 1 c c. (N) " " " " = 1 c.c. (N) " " " "

বা, V c.c. (N) " " " " = V c.c. (N) " " " "

সাধারণভাবে, **সম নর্মালিটির অ্যাসিড ও ক্ষার দ্রবণ সম-আয়তনে পরস্পরকে প্রশমিত করে।**

[4] সংজ্ঞা অনুসারে, নর্মালিটি$=\frac{\text{গ্রাম-তুল্যাংকের সংখ্যা}}{\text{লিটার-সংখ্যা}}$

∴ গ্রাম-তুল্যাংকের সংখ্যা=নর্মালিটি × লিটার-সংখ্যা। দুইটি দ্রবণ পরস্পর বিক্রিয়া করিলে উহাদের মধ্যে দ্রাবের তুল্যাংক পরিমাণ সমান। অতএব, প্রথম দ্রবণে দ্রাবকের গ্রাম-তুল্যাংক=দ্বিতীয় দ্রবণে দ্রাবকের গ্রাম-তুল্যাংক। সুতরাং, প্রথম দ্রবণের নর্মালিটি × উহার লিটার-সংখ্যা=দ্বিতীয় দ্রবণের নর্মালিটি × উহার লিটার-সংখ্যা। দ্রবণের আয়তন লিটারে প্রকাশ না করিয়া c.c.-তেও প্রকাশ করা যায়। সুতরাং দুইটি দ্রবণ পরস্পরের তুল্য হইলে একটি দ্রবণের নর্মালিটি মাত্রা ও আয়তনের গুণফল অপর দ্রবণের নর্মালিটি মাত্রা ও আয়তনের গুণফলের সমান। সাধারণভাবে, প্রথম দ্রবণের আয়তন V_1 ও নর্মালিটি মাত্রা S_1 এবং দ্বিতীয় দ্রবণেব আয়তন V_2 ও নর্মালিটি মাত্রা S_2 হইলে এবং দ্রবণ দুইটি পরস্পর তুল্য হইলে,

$$V_1 \times S_1 = V_2 \times S_2.$$

Numerical Examples [গাণিতিক উদাহরণ]

1. What are the weights of the dissolved substances in the following standard solutions? [নিম্নলিখিত প্রমাণ দ্রবণে দ্রবীভূত পদার্থের ওজন কত ?]

(i) 250 c.c. of 2N caustic soda, (ii) 2000 c.c. of $\frac{N}{20}$ sulphuric acid, (iii) 500 c.c. of 1·25 $\left(\frac{N}{10}\right)$ sodium carbonate.

Ans. (i) কষ্টিক সোডার গ্রাম-তুল্যাংক=40 গ্রাম।

∴ 1000 c.c. (N) কষ্টিক সোডা দ্রবণে NaOH-এর পরিমাণ=40 গ্রাম,

∴ 1000 c.c. (2N) " " " " " =40 × 2 গ্রাম,

∴ 250 c.c. (2N) " " " " " $=\frac{40\times 2}{4}$

বা 20 গ্রাম।

(ii) H_2SO_4-এর গ্রাম-তুল্যাংক = 49 গ্রাম।

∴ 1000 c.c. (N) H_2SO_4 দ্রবণে H_2SO_4-এর পরিমাণ = 49 গ্রাম,

∴ 2000 c.c. $\left(\frac{N}{20}\right)$ " " " " " $= \frac{49 \times 2}{20}$

বা 4·9 গ্রাম।

(iii) Na_2CO_3-এর গ্রাম-তুল্যাংক = 53 গ্রাম।

500 c.c. 1·25 $\left(\frac{N}{10}\right)$ Na_2CO_3 দ্রবণ = $(500 \times 1{\cdot}25 \times \frac{1}{10})$ বা 62·5 c. c.

(N) Na_2CO_3 দ্রবণ

1000 c. c. (N) দ্রবণে Na_2CO_3-এর পরিমাণ = 53 গ্রাম,

∴ 62·5 c. c. (N) " " " " $= \frac{53 \times 62{\cdot}5}{1000}$

বা 3·3125 গ্রাম।

2. What volume of deci-normal solution will contain (i) 0·64 g. of sodium carbonate, (ii) 3·6 of caustic potash? [(i) 0·64 গ্রাম সোডিয়াম কার্বনেট, (ii) 3·6 গ্রাম কষ্টিক পটাস উহাদের ডেসি-নর্মাল দ্রবণের কত আয়তনে থাকিবে ?]

Ans. (i) 53 গ্রাম Na_2CO_3 থাকে (N) দ্রবণের 1000 c.c.-তে,

∴ 5·3 " " " $\left(\frac{N}{10}\right)$ " " "

∴ 0·64 " " " " $\frac{1000 \times 0{\cdot}64}{5{\cdot}3}$

বা 120·75 c.c.-তে।

(ii) কষ্টিক পটাসের (KOH) গ্রাম-তুল্যাংক = 55 গ্রাম।

56 গ্রাম KOH থাকে (N) দ্রবণের 1000 c.c. তে,

∴ 5·6 " " " $\left(\frac{N}{10}\right)$ " " " "

∴ 3·6 " " " " " $\frac{1000 \times 3{\cdot}6}{5{\cdot}6}$ বা 642·8 c.c. তে।

3. (a) Find the strength of the following solutions in terms of normality. (b) What shall be the factor if the strength of the first solution be expressed as $\frac{N}{5}$, $\frac{N}{10}$, $\frac{N}{20}$?

[(a) নিম্নের প্রতিটি দ্রবণের মাত্রা নর্মালিটিতে প্রকাশ কর। (b) যদি প্রথম দ্রবণটি $\frac{N}{5}, \frac{N}{10}, \frac{N}{20}$ রূপে প্রকাশ করিতে হয়, তবে উহাদের ফ্যাক্টর কি হইবে ?]

(i) 250 c.c. of a solution containing 2·5 g. of NaOH. [250 c.c. দ্রবণে 2·5 গ্রাম NaOH আছে।]

(ii) 750 c.c. of a solution containing 60 g. of H_2SO_4. [750 c.c. দ্রবণে 60 গ্রাম H_2SO_4 আছে।]

(iii) 2·65 per cent Na_2CO_3 solution. [শতকরা 2·65 মাত্রার Na_2CO_3 দ্রবণ।]

Ans. (i) 250 c.c. দ্রবণে NaOH আছে 2·5 গ্রাম,

∴ 1000 c.c. " " " 2·5 × 4 বা 10 গ্রাম।

কষ্টিক সোডার গ্রাম-তুল্যাংক = 40 গ্রাম

40 গ্রাম NaOH 1000 c.c. দ্রবণে থাকিলে দ্রবণের মাত্রা = N

∴ 10 " " " " " " " $= \frac{10}{40}N$

$= 0·25$ N

(ii) 750 c.c. দ্রবণে H_2SO_4 আছে 60 গ্রাম,

∴ 1000 c.c. " " " $\frac{60 \times 1000}{750}$ বা 80 গ্রাম,

সালফিউরিক অ্যাসিডের গ্রাম-তুল্যাংক = 49 গ্রাম।

49 গ্রাম H_2SO_4 1000 c.c. দ্রবণে থাকিলে দ্রবণের মাত্রা = N

∴ 80 " " " " " " $= \frac{80}{49}$ N = 1·632 N

(iii) শতকরা 2·65 মাত্রা Na_2CO_3 দ্রবণের অর্থ,

100 c.c. Na_2CO_3 দ্রবণে Na_2CO_3 আছে 2·65 গ্রাম

∴ 1000 c.c. " " " " 26·5 গ্রাম

Na_2CO_3-এর গ্রাম-তুল্যাংক = 53 গ্রাম

53 গ্রাম Na_2CO_3 1000 c.c. দ্রবণে থাকিলে দ্রবণের মাত্রা = N

∴ 26·5 গ্রাম Na_2CO_3 1000 c.c. দ্রবণে থাকিলে দ্রবণের মাত্রা

$$=\frac{26·5}{53}N = 0·5N$$

(b) (i) দ্রবণের মাত্রা = 0·25 N অর্থাৎ নর্মালিটিতে মাত্রা প্রকাশ করিলে দ্রবণের ফ্যাক্টর হইল 0·25। $\frac{N}{5}$, $\frac{N}{10}$, $\frac{N}{20}$, যথাক্রমে N-এর $\frac{1}{5}$, $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{20}$ অংশ। সুতরাং তখন ফ্যাক্টর হইবে যথাক্রমে ·25 × 5 বা 1·25, ·25 × 10 বা 2·5, ·25 × 20 বা 5।

$$\therefore \quad 0·25\ N \equiv 1·25\frac{N}{5} \equiv 2·5\frac{N}{10} \equiv 5\ \frac{N}{20}$$

4. 25 c.c. of $\left(\frac{N}{10}\right)$ HCl neutralise 20 c.c. of a solution of $NaCO_3$. Find the strength of Na_2CO_3 solution (i) in terms of normality, (ii) in grams per litre.

[25 c.c. $\left(\frac{N}{10}\right)$ HCl দ্রবণ 20 c.c. Na_2CO_3 দ্রবণকে প্রশমিত করে। (i) নর্মালিটিতে ও (ii) প্রতি লিটারে গ্রাম হিসাবে Na_2CO_3 দ্রবণের মাত্রা নির্ণয় কর।]

Ans. 20 c.c. Na_2CO_3 দ্রবণ ≡ 25 c.c. $\left(\frac{N}{10}\right)$ HCl দ্রবণ।

Na_2CO_3 দ্রবণের মাত্রা নর্মালিটিতে x হইলে, $20 \times x = 25 \times \frac{1}{10}$ N.

$$\text{বা } x = \frac{25}{20}\left(\frac{N}{10}\right) = 1·25\left(\frac{N}{10}\right) = 0·125\ (N),$$

∴ দ্রবণের মাত্রা = 0·125 (N), এবং প্রতি লিটারে গ্রাম হিসাবে ওজন

$$= 0·125 \times 53 = 6·625 \text{ গ্রাম।}$$

5. 25 ml. of 1·12 $\frac{N}{10}$ sodium hydroxide require 24·0 ml. of a solution of sulphuric acid for complete neutralisation. Calculate

the strength of the acid in terms of normality and grams per litre. [1 ml. may be taken as equal to 1 c.c. ; at wt. of S=32]

[H. S. Final, 1961]

Ans. 24·0 ml. H_2SO_4 দ্রবণ ≡ 25 ml. 1·12 $\frac{N}{10}$ NaOH দ্রবণ

H_2SO_4 দ্রবণের মাত্রা নর্মালিটিতে x হইলে, $24 \times x = 25 \times 1{\cdot}12 \frac{N}{10}$

$$\text{বা,} \quad x = \frac{25 \times 1{\cdot}12}{24} \frac{N}{10} = 1{\cdot}166 \frac{N}{10} = 0{\cdot}1166N$$

∴ দ্রবণের মাত্রা = 0·1166N এবং প্রতি লিটারে গ্রাম হিসাবে ওজন

= 0·1166 × 49 = 5·7134 গ্রাম।

6. 30 ml. of a solution of sulphuric acid neutralise 25 ml. of a solution of sodium carbonate containing 6·0 g. of the anhydrous substance per litre. Calculate the strength of the acid in terms of normality and grams per litre. [H. S. 1961 (Comp.)]

[প্রতি লিটারে 6·0 গ্রাম অনার্দ্র সোডিয়াম কার্বনেট দ্রবীভূত আছে এরূপ একটি দ্রবণের 25 ml. প্রশমিত করিতে কোন একটি সালফিউরিক অ্যাসিড দ্রবণের 30 ml. প্রয়োজন। সালফিউরিক অ্যাসিড-দ্রবণের মাত্রা নর্মালিটিতে এবং লিটার প্রতি গ্রামে নির্ণয় কর।]

Ans. সোডিয়াম কার্বনেটের গ্রাম-তুল্যাংক

= (2 × 23 + 12 + 3 × 16) ÷ 2 = 53 গ্রাম।

সোডিয়াম কার্বনেট দ্রবণের প্রতি লিটারে আছে 6 গ্রাম। সুতরাং দ্রবণের মাত্রা = $\frac{6}{53}$ (N)।

সুতরাং, 30 ml. H_2SO_4 দ্রবণ ≡ 25 ml. $\frac{6}{53}$ (N) Na_2CO_3 দ্রবণ।

সালফিউরিক অ্যাসিড দ্রবণের মাত্রা নর্মালিটিতে x হইলে,

$$30 \times x = 25 \times \frac{6}{53} N$$

$$\therefore \quad x = \frac{25 \times 6}{30 \times 53} = 0{\cdot}0943 \text{ N}$$

∴ লিটার প্রতি গ্রাম = নর্মালিটি × গ্রাম-তুল্যাংক

= 0·0943 × 49 = 4·6207 গ্রাম।

7. How many c.c. of a deci-normal solution of KOH would be required to neutralise 20 c.c. of $\frac{N}{2}$ HCl ?

[20 c.c. $\frac{N}{2}$ HCl দ্রবণ প্রশমিত করিতে কত c.c. ডেসি-নর্মাল KOH দ্রবণ লাগিবে ?]

Ans. 20 c.c. $\left(\frac{N}{2}\right)$ HCl দ্রবণ $\equiv (20 \times \frac{1}{2})$ বা 10 c.c. (N) HCl দ্রবণ।

KOH দ্রবণের নির্ণেয় আয়তন V c.c. হইলে,

$$V \text{ c.c. } \left(\frac{N}{10}\right) \text{KOH দ্রবণ} \equiv (V \times \tfrac{1}{10}) \text{ c.c. (N) KOH দ্রবণ,}$$

$\therefore$ $(V \times \frac{1}{10})$ c.c. (N) KOH দ্রবণ $\equiv$ 10 c.c. (N) HCl দ্রবণ।

$\therefore$ $V \times \frac{1}{10} \times 1 = 10 \times 1$, বা $V = 100$, সুতরাং নির্ণেয় আয়তন $= 100$ c.c.

8. 1·3456 g. of Na_2CO_3 are dissolved in water and the volume of the solution made upto 250 c.c. 25 c.c. of this solution exactly neutralise 24·85 c.c. of a solution of H_2SO_4. Calculate the normality of (a) Na_2CO_3 solution and (b) H_2SO_4 solution.

[Cal. I. Sc. 1952 ; Cal. P. U. 1963]

[1·3456 গ্রাম Na_2CO_3 জলে দ্রবীভূত করিয়া দ্রবণের আয়তন 250 c.c. করা হইল। এই দ্রবণের 25 c.c. একটি H_2SO_4 দ্রবণের 24·85 c.c. প্রশমিত করে। (a) Na_2CO_3 দ্রবণের ও (b) H_2SO_4 দ্রবণের মাত্রা নর্মালিটিতে নির্ণয় কর।]

Ans. (a) 250 c.c. Na_2CO_3 দ্রবণে Na_2CO_3 আছে $=$ 1·3456 গ্রাম,

$\therefore$ 1000 c.c. „ „ „ „ $= (1·3456 \times 4)$ গ্রাম

$\therefore$ দ্রবণের নর্মালিটি $= \dfrac{1·3456 \times 4}{53} = 0·01155$ (N)

(b) H_2SO_4 দ্রবণের মাত্রা x (N) হইলে,

24·85 c.c. x (N) H_2SO_4 দ্রবণ $\equiv$ 25 c.c. 0·10155 (N) Na_2CO_3 দ্রবণ,

$\therefore$ $24·85 \times x(N) = 25 \times 0·10155$ (N)

$\therefore$ $x = \dfrac{25 \times 0·10155}{24·85} = 0·10216$

$\therefore$ H_2SO_4 দ্রবণের মাত্রা $= 0·10216$ (N)।

9. Calculate the volume of deci-normal sulphuric acid required to neutralise 500 c.c. of a solution containing 2·5 g. of caustic soda per litre. (At. wt. of Na=23) [H. S. 1960]

[কষ্টিক সোডার এক লিটার দ্রবণে 2·5 গ্রাম কষ্টিক সোডা আছে। এই দ্রবণের 500 c.c. প্রশমিত করিতে ডেসি-নর্মাল H_2SO_4 দ্রবণের কত আয়তন লাগিবে ?]

Ans কষ্টিক সোডার গ্রাম-তুল্যাংক=23+16+1=40 গ্রাম। এক লিটার দ্রবণে 2·5 গ্রাম কষ্টিক সোডা আছে।

$\therefore$ দ্রবণের মাত্রা $=\frac{2\cdot5}{40}(N)=0\cdot0625\ (N)$

নির্ণেয় আয়তন V c.c. হইলে,

V c.c. $\left(\frac{N}{10}\right)$ H_2SO_4 দ্রবণ ≡ 500 c.c. 0·0625 (N) কষ্টিক সোডা দ্রবণ

$\therefore\quad V\times\left(\frac{N}{10}\right)=500\times0\cdot0625\ (N)$

$\therefore\quad V=(500\times0\cdot0625\times10)=312\cdot5$ $\therefore$ আয়তন=312·5 c.c.

10. 0·125 g. of anhydrous sodium carbonate was dissolved in water and it was found that 24·8 c.c. of a solution of sulphuric acid were required to neutralise it exactly. Calculate the normality of the acid, and the weight of sulphuric acid present in one litre. [Calcutta P. U. 1962]

[0·125 গ্রাম অনার্দ্র সোডিয়াম কার্বনেট জলে দ্রবীভূত করিয়া একটি দ্রবণ প্রস্তুত করা হইল। এই দ্রবণ প্রশমিত করিতে একটি সালফিউরিক অ্যাসিড দ্রবণের 24·8 c.c. প্রয়োজন। নর্ম্যালিটিতে এবং লিটার প্রতি গ্রামে সালফিউরিক অ্যাসিডের দ্রবণের মাত্রা নির্ণয় কর।]

Ans. Na_2CO_3-এর গ্রাম-তুল্যাংক=53 গ্রাম এবং H_2SO_4-এর গ্রাম-তুল্যাংক 49 গ্রাম। গ্রাম-তুল্যাংকের হিসাবে ইহারা পরস্পরকে প্রশমিত করে। সুতরাং, 53 গ্রাম সোডিয়াম কার্বনেট ≡ 49 গ্রাম সালফিউরিক অ্যাসিড,

$\therefore$ 0·125 গ্রাম সোডিয়াম কার্বনেট $\equiv\frac{49\times{}^{\cdot}125}{53}$ বা 0·1155 গ্রাম সালফিউরিক অ্যাসিড।

যেহেতু অ্যাসিড দ্রবণের 24·8 c.c., Na_2CO_3-কে প্রশমিত করে, 24·8 c.c. H_2SO_4 দ্রবণে 0·1155 গ্রাম H_2SO_4 আছে।

24·8 c.c. H_2SO_4 দ্রবণে H_2SO_4 আছে 0·1155 গ্রাম।

∴ 1000 c.c. „ „ „ „ $\frac{0·1155 \times 1000}{24·8} = 4·66$ গ্রাম।

∴ অ্যাসিড দ্রবণের মাত্রা $= \frac{4·66}{49} = 0·095$ N ;

এবং প্রতি লিটারে H_2SO_4 আছে $= 0·095 \times 49 = 4·55$ গ্রাম।

11. 20 c.c. of $\frac{N}{10}$ H_2SO_4, 30 c.c. of $\frac{N}{5}$ HCl, and 40 c.c. of $\frac{N}{2}$ HNO_3 solutions are mixed together. What is the normality of the acid mixture? [$\frac{N}{10}$ H_2SO_4 এর 20 c.c., $\frac{N}{5}$ HCl-এর 30 c.c. এবং $\frac{N}{2}$ HNO_3এর 40 c.c. মিশ্রিত করা হইল। মিশ্রিত অ্যাসিড দ্রবণের নর্মালিটি কত?]

Ans. মিশ্রিত অ্যাসিড দ্রবণের আয়তন $= (20+30+40) = 90$ c.c.

20 c.c. $\frac{N}{10}$ H_2SO_4 দ্রবণ $\equiv \left(20 \times \frac{1}{10}\right)$ বা 2 c.c. (N) H_2SO_4 দ্রবণ।

30 c.c. $\frac{N}{5}$ HCl দ্রবণ $\equiv (30 \times \frac{1}{5})$ বা 6 c.c. (N) HCl দ্রবণ।

40 c.c. $\frac{N}{2}$ HNO_3 দ্রবণ $\equiv \left(40 \times \frac{1}{2}\right)$ বা 20 c.c. (N) HNO_3 দ্রবণ।

সুতরাং, অ্যাসিডের মিশ্রণ $\equiv (2+6+20)$ বা 28 c.c. (N) অ্যাসিড দ্রবণ। [কারণ ক্ষারের প্রশমন-কার্যে নর্মাল মাত্রার কোন অ্যাসিডের 1 c.c. নর্মাল-মাত্রার অপর যে কোন অ্যাসিডের 1 c.c.-এর তুল্য। সমস্ত অ্যাসিডের দ্রবণের মাত্রা নর্মাল মাত্রায় প্রকাশ করিয়া উহাদের আয়তনগুলি যোগ করা হইয়াছে।] মিশ্রিত অ্যাসিড দ্রবণের মাত্রা x (N) হইলে,

90 c.c. x (N) অ্যাসিড দ্রবণ $\equiv$ 28 c.c. (N) অ্যাসিড দ্রবণ

∴ $90 \times x(N) = 28 \times (N)$, বা $x = \frac{28}{90} = 0·3111$.

সুতরাং, মিশ্রিত অ্যাসিড দ্রবণের মাত্রা $= 0·3111$ (N)

12. 25 c.c. of a 0·08 N sodium hydroxide get mixed with 20 c.c. of a 0·09 N sodium carbonate solution What is the normality of the resulting alkali solution ?

30 c.c. of this mixed alkali neutralise 50 c.c. of a sulphuric acid solution. Calculate the strength (in normality) of the acid.

[H. S. 1962]

[0·08 N মাত্রার কষ্টিক সোডা দ্রবণের 25 c.c.-এর সহিত 0·09 N মাত্রার সোডিয়াম কার্বনেট দ্রবণের 20 c.c মিশান হইল। উৎপন্ন মিশ্রিত দ্রবণের মাত্রা নর্মালিটিতে কত ? এই মিশ্রিত ক্ষার দ্রবণের 30 c.c. একটি সালফিউরিক অ্যাসিড দ্রবণের 50 c.c.-কে প্রশমিত করে। অ্যাসিড দ্রবণের নর্মালিটি কত ?]

Ans মিশ্রিত ক্ষারীয় দ্রবণের আয়তন $=25+20=45$ c.c.

25 c.c. 0·08 (N) NaOH দ্রবণ ≡ (25 × ·08) c.c. (N) NaOH দ্রবণ
≡ 2 c.c. (N.) NaOH দ্রবণ।

20 c.c. 0·09 (N) Na_2CO_3 দ্রবণ ≡ (20 × ·09) c.c. (N) Na_2CO_3 দ্রবণ
= 1·8 c.c. (N) Na_2CO_3 দ্রবণ।

সুতরাং, দুইটি দ্রবণের মিশ্রণ ≡ (2 + 1·8) বা 3·8 c.c. N ক্ষার দ্রবণ।

মিশ্রিত ক্ষারীয় দ্রবণের মাত্রা x (N) হইলে,

45 c.c. x (N) ক্ষার দ্রবণ = 3·8 c.c. (N) ক্ষার দ্রবণ।

$$\therefore\quad 45 \times x\ (N) = 3{\cdot}8 \times N$$

$$\therefore\quad x = \frac{3{\cdot}8}{45} = 0{\cdot}0844,$$ $\therefore$ মিশ্রিত ক্ষারীয় দ্রবণের মাত্রা = 0·0844 N

আবার, 30 c.c. 0·0844 N ক্ষার দ্রবণ ≡ 50 c.c. সালফিউরিক অ্যাসিড দ্রবণ। অ্যাসিড দ্রবণের মাত্রা x (N) হইলে,

$$30 \times {\cdot}0844 N = 50 \times x\ (N)$$

$$\therefore\quad x = \frac{{\cdot}30 \times {\cdot}0844}{50} = 0{\cdot}05064,$$

$\therefore$ H_2SO_4 দ্রবণের মাত্রা = 0·05064 N.

13. 50 ml. (N) H_2SO_4 solution are poured into 50 ml. of $\frac{N}{2}$ NaOH solution. Is the resulting solution acid or alkaline? Calculate its strength in normality. [H. S. 1963]

[50 ml. $\left(\frac{N}{2}\right)$ NaOH দ্রবণের মধ্যে 50 ml. (N) H_2SO_4 দ্রবণ মিশান হইল। উৎপন্ন দ্রবণ অ্যাসিড না ক্ষারকীয়? নর্মালিটিতে দ্রবণের মাত্রা নির্ণয় কর।]

Ans. 50 ml. $\left(\frac{N}{2}\right)$ NaOH$=(50\times\frac{1}{2})$ বা 25 ml. (N) NaOH

সুতরাং 25 ml. (N) NaOH-এর সহিত 50 ml. (N) H_2SO_4 যোগ করা হইয়াছে। NaOH এবং H_2SO_4-এর দ্রবণ দুইটিই নর্মাল মাত্রায় আছে। সুতরাং, সমান আয়তনে উহারা পরস্পর প্রশমিত করিবে। অর্থাৎ 25 ml. (N) NaOH $=25$ ml. (N) H_2SO_4.

সুতরাং দ্রবণে অতিরিক্ত অ্যাসিড আছে$=(50-25)$ বা 25 ml. (N) H_2SO_4। সুতরাং উৎপন্ন দ্রবণ অ্যাসিড-ধর্মী।

মিশ্রিত দ্রবণের আয়তন$=50+50=100$ ml., উৎপন্ন অ্যাসিড দ্রবণের মাত্রা x (N) হইলে,

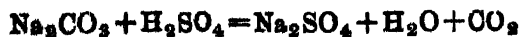
$100\times x\text{ (N)}=25\times N$

বা, $x=\frac{25}{100}=0{\cdot}25$; সুতরাং, দ্রবণের মাত্রা$=0{\cdot}25$N.

14. 0·53 g. of sodium carbonate is added to 100 ml of a solution of sulphuric acid of strength N/10 (f=1·25). Is the resulting solution acid or alkali?

Calculate the volume of an acid or an alkali (as the case may be) of strength 0·75 N/10 required to neutralise the resulting solution. [H. S.]

Ans. 100 ml. 1·25 $\frac{N}{10}$ $H_2SO_4=(100\times1{\cdot}25\times\frac{1}{10})$

বা 12·5 ml. (N) H_2SO_4।

$$Na_2CO_3+H_2SO_4=Na_2SO_4+H_2O+CO_2$$
$2\times53 \quad 2\times49$

53 গ্রাম $Na_2CO_3 \equiv 49$ গ্রাম H_2SO_4

$$\equiv 1000 \text{ ml. (N) } H_2SO_4$$

(কারণ, 1000 ml. (N) H_2SO_4 দ্রবণে 49 গ্রাম H_2SO_4 আছে।)

$\therefore$ 0·53 গ্রাম $Na_2CO_3 \equiv 10$ ml. (N) H_2SO_4 । 12·5 ml. (N) H_2SO_4 এর তুল্য পরিমাণ অ্যাসিড মিশান হইয়াছে।

$\therefore$ উৎপন্ন দ্রবণে অতিরিক্ত অ্যাসিড আছে।

$$\equiv (12·5-10) \text{ বা } 2·5 \text{ ml. (N) } H_2SO_4$$

সুতরাং, উৎপন্ন দ্রবণ অ্যাসিডধর্মী।

আবার, উৎপন্ন অ্যাসিড-ধর্মী দ্রবণ ক্ষার দ্রবণ দ্বারা প্রশমিত করা হইয়াছে।

$\therefore$ $2·5 \times N = V \times 0·75 \frac{N}{10}$ ক্ষার দ্রবণ, যেখানে $V =$ ক্ষার দ্রবণের আয়তন।

বা $2·5 \text{ N} = V \times 0·075\text{N}$.

$\therefore$ $V = \frac{2·5}{0·075} = 33·3$

নির্ণেয় ক্ষার দ্রবণের আয়তন $= 33·3$ ml.

15. One gram of sodium hydroxide was dissolved in 50 c. c. of normal hydrochloric acid solution. How many c. c. of normal solution of sodium hydroxide will be needed to make the solution neutral ?

[Calcutta, P. U. 1961]

[50 c c. নর্মাল হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড দ্রবণে এক গ্রাম সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড দ্রবীভূত করা হইল। এই দ্রবণকে প্রশমিত করিবার জন্য নর্মাল সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড দ্রবণের কত c.c. লাগিবে ?]

Ans. 50 c.c. দ্রবণে 1 গ্রাম NaOH দ্রবীভূত আছে,

$\therefore$ 1000 c.c. ,, $\frac{1000}{50}$ বা 20 গ্রাম NaOH দ্রবীভূত আছে,

$\therefore$ NaOH-এর জন্য দ্রবণের মাত্রা হইবে $= \frac{20}{40}$ বা 0·5N

এখন, 50 c c. 0·5N NaOH দ্রবণ $\equiv (50 \times 0·5)$

বা 25 c.c. (N) NaOH দ্রবণ

$\equiv$ 25 c.c. (N) HCl দ্রবণ

সুতরাং 50 c.c. (N) HCl দ্রবণের মধ্যে 25 c.c. (N) HCl দ্রবণ সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড দ্বারা প্রশমিত হয়।

∴ অবশিষ্ট অ্যাসিড=(50−25) বা 25 c.c. (N) HCl দ্রবণ এবং ইহা প্রশমিত করিতে লাগিবে 25 c.c. (N) NaOH দ্রবণ। কারণ সম-মাত্রাব অ্যাসিড ও ক্ষার দ্রবণ সমায়তনে পরস্পরকে প্রশমিত করে।

সুতরাং, নির্ণেয় আয়তন=25 c.c.।

16. A solution of 0·53 g. of sodium carbonate in 250 ml. of water is added to 1500 c c. of $\frac{N}{10}$ H_2SO_4 solution for partial neutralisation of the acid. Calculate normality of the remaining acid solution. [Calcutta, P. U. 1964]

Ans. 250 ml. দ্রবণে Na_2CO_3 আছে 0·53 গ্রাম,

∴ 1000 ml. দ্রবণে Na_2CO_3 আছে (0·53 × 4) গ্রাম,

∴ Na_2CO_3 দ্রবণের মাত্রা $= \frac{0·53 \times 4}{53} = 0·04N$

250 ml. 0·04N Na_2CO_3 দ্রবণ ≡ (250 × 0·04)
বা 10 ml. (N) Na_2CO_3 দ্রবণ
≡ 10 ml. (N) H_2SO_4 দ্রবণ

আবার,

1500 ml. $\frac{N}{10}$ H_2SO_4 দ্রবণ ≡ $(1500 \times \frac{1}{10})$
বা 150 ml. (N) H_2SO_4 দ্রবণ

সুতরাং, অবশিষ্ট অ্যাসিড=(150−10)=140 ml. H_2SO_4 দ্রবণ। মোট আয়তন=1500+250=1750 ml.।

অবশিষ্ট অ্যাসিডের মাত্রা x নর্মাল হইলে, $x \times 1750 = 140 \times 1N$

বা, $x = \frac{140}{1750} N = 0·08N$

17. You are given 10 c. c. of 0·25 $\frac{N}{10}$ solution of an acid. How would you reduce its strength to exact $\frac{N}{100}$?

[0·25 $\frac{N}{10}$ মাত্রার একটি অ্যাসিড দ্রবণের 10 c.c. তোমাকে দেওয়া হইয়াছে। দ্রবণের মাত্রা কিরূপে সঠিক $\frac{N}{100}$ করিবে ?]

Ans. 10 c.c. 0·25 $\frac{N}{10}$ দ্রবণ ≡ (10 × 0·25) c.c. $\frac{N}{10}$ দ্রবণ

≡ 2·5 c.c. $\frac{N}{10}$ দ্রবণ

≡ 25 c.c. $\frac{N}{100}$ দ্রবণ

সুতরাং, 10 c.c. দ্রবণে (25 – 10) বা 15 c.c. জল মিশাইতে হইবে।

18. 12·5 c.c. of a $\frac{N}{10}$ solution of H_2SO_4 neutralise 10 c.c. of a solution of Na_2CO_3. How much water must be added to one litre of the latter in order to make it exactly deci-normal?

[$\frac{N}{10}$ মাত্রার 12·5 c.c. H_2SO_4 দ্রবণ 10 c.c. Na_2CO_3 দ্রবণকে প্রশমিত করে। Na_2CO_3 দ্রবণের এক লিটারে কত জল মিশাইলে উহার মাত্রা সঠিক ডেসি-নর্মাল হইবে ?]

Ans. 10 c.c Na_2CO_3 দ্রবণ ≡ 12·5 c.c. $\frac{N}{10}$ H_2SO_4 দ্রবণ

≡ 12·5 c.c. $\frac{N}{10}$ Na_2CO_3 দ্রবণ

অর্থাৎ, 10 c.c. Na_2CO_3 দ্রবণে যত Na_2CO_3 আছে, 12·5 c.c. $\frac{N}{10}$ Na_2CO_3 দ্রবণে তত Na_2CO_3 আছে। সুতরাং 10 c.c. Na_2CO_3 দ্রবণে (12·5 – 10) বা 2·5 c.c. জল মিশাইয়া উহার আয়তন 12·5 c.c. করিলে দ্রবণের মাত্রা ঠিক ডেসি-নর্মাল হইবে। অতএব, সঠিক, ডেসি-নর্মাল করিতে হইলে,

10 c.c. Na_2CO_3 দ্রবণে জল মিশাইতে হইবে 2·5 c.c.

∴ 1000 c.c. „ „ „ „ „ (2·5 × 100) বা 250 c.c.

19. If 25 ml. of $\frac{N}{10}$ Na_2CO_3 solution (f=1·05) are neutralised by 19·5 ml. of a solution of sulphuric acid, calculate the strength of the acid in terms of normality and grams per litre. Calculate the volume of the acid to be diluted to one litre to make it exactly deci-normal. [H. S. 1964 (Comp.)]

[19·5 ml. H_2SO_4 দ্রবণ দ্বারা 25 ml. $\frac{N}{10}$ Na_2CO_3 দ্রবণ (f=1·05) প্রশমিত হয়। নর্মালিটিতে এবং লিটার প্রতি গ্রামে অ্যাসিড দ্রবণের মাত্রা নির্ণয় কর। এই অ্যাসিডের কত আয়তনকে জল মিশাইয়া এক লিটার করিলে দ্রবণের মাত্রা সঠিক ডেসি-নর্মাল হইবে ?]

Ans. $19{\cdot}5 \times S = 25 \times 1{\cdot}05 \ \frac{N}{10}$, যেখানে

S=অ্যাসিডের মাত্রা (4নং উদাহরণ দেখ।)

$$\therefore \quad S = \frac{25 \times 1{\cdot}05}{19{\cdot}5} \frac{N}{10} = 1{\cdot}346 \frac{N}{10} = 0{\cdot}1346 \ N$$

সুতরাং, দ্রবণের মাত্রা=0·1346 N, এবং লিটার প্রতি গ্রাম হিসাবে ওজন =0·1346×49=6·5964 গ্রাম। মনে করা হইল, এব অ্যাসিডের V ml. লইয়া জল মিশাইয়া 1 লিটার (1000 ml.) করিলে মাত্রা ঠিক $\frac{N}{10}$ হয়। সুতরাং,

$$V \times 1{\cdot}346 \frac{N}{10} = 1000 \times \frac{N}{10}$$

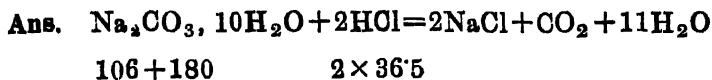
$$\therefore \quad V = \frac{1000}{1{\cdot}346} = 742{\cdot}94$$

সুতরাং, 742·94 ml. অ্যাসিডে জল দিয়া 1000 ml. আয়তন করিলে দ্রবণেব সঠিক মাত্রা $\frac{N}{10}$ হয়।

20. 10 g. of soda crystals (Na_2CO_3, $10H_2O$) are required to neutralise 50 c. c. of a sample of HCl solution. How many c. c. of this acid must be diluted and made up to one litre so that we may get a normal solution of HCl ?

[10 গ্রাম সোডা কেলাস (Na_2CO_3, $10H_2O$) একটি HCl দ্রবণের 50 c.c. প্রশমিত করে। এই অ্যাসিডের নর্মাল দ্রবণ পাইতে হইলে কত c.c. অ্যাসিডের সহিত জল মিশাইয়া উহার আয়তন এক লিটার করিতে হইবে ?]

Ans. $Na_2CO_3, 10H_2O + 2HCl = 2NaCl + CO_2 + 11H_2O$

$106 + 180 \qquad 2 \times 36{\cdot}5$

286 গ্রাম সোডা কেলাস প্রশমিত করে $2 \times 36{\cdot}5$ গ্রাম HCl।

কিন্তু $2 \times 36{\cdot}5$ গ্রাম HCl ≡ 2×1000 c.c. (N) HCl দ্রবণ।

∴ 286 গ্রাম সোডা কেলাস প্রশমিত করে 2000 c.c. (N) HCl দ্রবণ,

∴ 10 " " " " " $\frac{2000 \times 10}{286}$ বা 69·93 c.c.

(N) HCl দ্রবণ।

সুতরাং অজ্ঞাতমাত্রার 50 c.c. HCl দ্রবণ ≡ 69·93 c.c. (N)HCl দ্রবণ,

বা $50 \times x$ (N) = $69{\cdot}93 \times$ N, যেখানে x(N) HCl দ্রবণের মাত্রা।

$\therefore \quad x = 1{\cdot}3986.$

সুতরাং যে অ্যাসিড দ্রবণের 50 c.c. সোডা কেলাস দ্বারা প্রশমিত হইয়াছে তাহার মাত্রা = 1·3986 (N)। মনে করা হইল, এই অ্যাসিডের V c.c. লইয়া উহাতে জল মিশাইয়া আয়তন এক লিটার করিলে লবণের মাত্রা নর্মাল হইবে।

অতএব, $V \times 1{\cdot}3986(N) = 1000 \times 1(N)$. $\therefore \quad V = \frac{1000}{1{\cdot}3986} = 715.$

∴ অ্যাসিডের নির্ণেয় আয়তন = 715 c.c.

21. To 10 c.c. of $\frac{N}{10} H_2SO_4$ solution are added 10 c. c. of $\frac{N}{20}$ NaOH solution, then 5 c.c. of $\frac{N}{2}$ HCl solution and finally 20 c.c. of $\frac{N}{5}$ KOH solution. State whether the resulting solution is acidic, alkaline or neutral. If not neutral, calculate its normality.

[10 c.c. $\frac{N}{10}H_2SO_4$ দ্রবণে প্রথম 10 c.c. $\frac{N}{20}$ NaOH দ্রবণ মিশান হইল ; তারপর উহাতে 5 c.c. $\frac{N}{2}$ HCl দ্রবণ এবং শেষে 20 c.c. $\frac{N}{5}$ KOH দ্রবণ মিশান হইল। উৎপন্ন মিশ্র দ্রবণটি অম্লিক, ক্ষারীয় না প্রশম তাহা বল। দ্রবণটি প্রশম না হইলে উহার নর্মালিটি কত ?]

Ans. 10 c.c. $\frac{N}{10}H_2SO_4$ দ্রবণ $=10\times\frac{1}{10}$ বা 1 c.c. N অ্যাসিড দ্রবণ ;

5 c. c. $\frac{N}{2}$ HCl দ্রবণ $=5\times\frac{1}{2}$ বা 2·5 c.c. N অ্যাসিড দ্রবণ ;

অ্যাসিড দুইটির মোট আয়তন $=(10+5)$ বা 15 c.c.

$=(1+2·5)$ বা 3·5 c.c. N অ্যাসিড দ্রবণ।

আবার, 10 c.c $\frac{N}{20}$ NaOH দ্রবণ $=\left(10\times\frac{1}{20}\right)$ বা 0·5 c.c. N ক্ষার দ্রবণ

20 c.c. $\frac{N}{5}$KOH দ্রবণ $=\left(20\times\frac{1}{5}\right)$ বা 4 c.c. N ক্ষার দ্রবণ,

∴ ক্ষার দ্রবণের মোট আয়তন $=(10+20)$ c.c. বা 30 c.c.

$=(0·5+4)$ বা 4·5 c.c. N ক্ষার দ্রবণ।

দ্রবণ চারিটি মিশ্রিত করিলে আয়তনের কোনরূপ পরিবর্তন হয় না—ইহা ধরিয়া লইলে মিশ্র দ্রবণের মোট আয়তন $=(10+10+5+20)$ বা 45 c.c.।

এখন, 3·5 c.c. N অ্যাসিড দ্রবণ প্রশমিত করে 3·5 c.c. N ক্ষার দ্রবণ। সুতরাং 45 c.c. দ্রবণে অতিরিক্ত ক্ষার দ্রবণ হইল $(4·5-3·5)$ বা 1 c.c. N ক্ষার দ্রবণের তুল্য। অতএব উৎপন্ন দ্রবণ ক্ষারীয়। ইহার মাত্রা x(N) হইলে,

$$45\times x\,(N)=1\times N \qquad \therefore \quad x=\frac{1}{45}=0·022$$

∴ দ্রবণের মাত্রা = 0·022 N.

22. 25 c.c. of NaOH solution exactly neautralise 22·5 c c of a solution (containing 1·4175 g. in 250 c.c.) of a dibasic acid, the molecular weight of which is 126 ; and 10 c.c. of the same NaOH

solution also exactly neutralise 8 c. c. of a solution of H_2SO_4. Calculate the strength of the H_2SO_4 solution. (Calcutta. I. Sc.)

[একটি NaOH দ্রবণের 25 c c. একটি দ্বি-ক্ষারীয় অ্যাসিডের 22·5 c.c. দ্রবণ প্রশমিত করে। দ্বি-ক্ষারীয় অ্যাসিডের আণবিক ওজন 126 এবং উহার 250 c c. দ্রবণে 1·4175 গ্রাম অ্যাসিড দ্রবীভূত আছে। আবার, ঐ NaOH দ্রবণের 10 c.c. একটি সালফিউরিক অ্যাসিড দ্রবণের 8 c c. প্রশমিত করে। সালফিউরিক অ্যাসিড দ্রবণের মাত্রা কত ?]

Ans. দ্বি-ক্ষারীয় অ্যাসিডের আণবিক ওজন $=126$।

সুতরাং উহার তুল্যাংকভার $=126 \div 2 = 63$।

∴ 1000 c.c. (N) এই অ্যাসিডের দ্রবণে অ্যাসিড থাকে 63 গ্রাম,

কিন্তু 250 c.c. এই অ্যাসিডের দ্রবণে অ্যাসিড আছে 1·4175 গ্রাম,

∴ 1000 c.c. ,, ,, ,, ,, ,, $(1{\cdot}4175 \times 4)$

বা 5·67 গ্রাম।

সুতরাং, অ্যাসিড দ্রবণের মাত্রা $= \dfrac{5{\cdot}67}{63} = 0{\cdot}09$ (N)

এখন, 25 c.c. NaOH দ্রবণ $\equiv$ 22·5 c.c. দ্বি-ক্ষারীয় অ্যাসিডের দ্রবণ

∴ 10 c.c. NaOH দ্রবণ $\equiv \dfrac{22{\cdot}5 \times 10}{25}$ বা 9 c.c. দ্বি-ক্ষারীয় অ্যাসিডের দ্রবণ।

কিন্তু 10 c.c. NaOH দ্রবণ $\equiv$ 8 c.c. H_2SO_4 দ্রবণ।

∴ 8 c.c. H_2SO_4 দ্রবণ $\equiv$ 9 c.c. 0·09 (N) দ্বি-ক্ষারীয় অ্যাসিড দ্রবণ।

H_2SO_4 দ্রবণের মাত্রা x (N) হইলে,

$8 \times x \text{ (N)} = 9 \times 0{\cdot}09$ N বা $x = \dfrac{9 \times {\cdot}09}{8} = 0{\cdot}1012$

∴ H_2SO_4 দ্রবণের মাত্রা $= 0{\cdot}1012$ (N).

23. 10 g. of sodium hydroxide containing 95% of pure NaOH are dissolved in water and the volume made upto 200 c.c. 50 c. c. of 1·5 (N) HCl are mixed with the above solutions and then

the whole is diluted to 500 c c. Calculate the acidity or alkalinity of the resutling mixture in terms of normality. [North Bengal, P. U. 1963]

[95% বিশুদ্ধ NaOH-এর 10 গ্রাম জলে দ্রবীভূত করিয়া দ্রবণের আয়তন 200 c.c. করা হইল। এই দ্রবণের সহিত 50 c.c. 1·5 (N) HCl দ্রবণ মিশাইয়া উহাদের মোট আয়তন জলের সাহায্যে 500 c c. করা হইল। উৎপন্ন দ্রবণ আম্লিক না ক্ষারীয় ? নর্মালিটিতে উহার মাত্রা কত ?]

Ans. 100 গ্রাম অবিশুদ্ধ NaOH-এ বিশুদ্ধ NaOH আছে 95 গ্রাম,

∴ 10 গ্রাম ,, ,, ,, 9·5 গ্রাম।

200 c.c. দ্রবণে দ্রবীভূত NaOH-এর পরিমাণ = 9·5 গ্রাম,

∴ 1000 c.c. ,, ,, ,, ,, = (9·5 × 5) বা 47·5 গ্রাম।

∴ NaOH দ্রবণের মাত্রা $= \frac{47 \cdot 5}{40} = 1 \cdot 1875$ (N)

200 c.c. 1·1875 (N) NaOH দ্রবণ ≡ (200 × 1·1875)

বা 237·4 c.c. (N) NaOH দ্রবণ।

50 c.c. 1·5 (N) HCl দ্রবণ ≡ (50 × 1·5) বা 75 c.c. (N) HCl দ্রবণ

≡ 75 c.c. (N) NaOH দ্রবণ (কারণ সম-মাত্রার অ্যাসিড ও ক্ষার দ্রবণ সমায়তনে প্রশমিত করে।)

সুতরাং, অবশিষ্ট দ্রবণ ≡ (237·—75) বা 162·5 c.c. (N) NaOH দ্রবণ। অতএব, উৎপন্ন দ্রবণ ক্ষারীয়। উৎপন্ন দ্রবণের মাত্রা x (N) হইলে,

500 c c. x (N) দ্রবণ, ≡ 162·5 c c. (N) দ্রবণ,

∴ $500 \times x = 162 \cdot 5$ বা $x = \frac{162 \cdot 5}{500} = 0 \cdot 325$ (N)

সুতরাং, ক্ষারীয় দ্রবণের মাত্রা = 0·325 (N)

24. 25. c.c. of 1·5 (N) NaOH solution were added to 100 c.c. of a solution of HCl. For complete neutralisation the solution required 40 c.c. of 0·08 (N) Na_2CO_3 solution. Calculate the normality of the acid solution and number of grams of HCl per litre in the solution.

[একটি HCl-এর 100 c.c. দ্রবণে 25 c.c. 1·5 (N) NaOH দ্রবণ মিশান হইল। সম্পূর্ণ প্রশমনের জন্য এই মিশ্র দ্রবণে আরও 40 c.c. 0·08 (N) Na_2CO_3 দ্রবণ মিশান প্রয়োজন। HCl দ্রবণের নর্মালিটি কত? উহার প্রতি লিটারে কত গ্রাম HCl আছে?]

Ans. 25 c.c. 1·5(N)NaOH দ্রবণ ≡ (25 × 1·5) বা 37·5c.c (N) ক্ষার দ্রবণ,

40 c.c. ·08 (N) Na_2CO_3 দ্রবণ ≡ (40 × ·08) বা 3·2 c.c. (N) ক্ষার দ্রবণ,

∴ মিশ্র ক্ষার দ্রবণ = (37·5 + 3·2) ≡ 40·7 c.c. (N) ক্ষার দ্রবণ।

সুতরাং, 100 c.c. HCl দ্রবণ = 40·7 c.c. (N) ক্ষার দ্রবণ

HCl দ্রবণের মাত্রা x (N) হইলে,

$100 \times x(N) = 40{\cdot}7 \times N, \quad \therefore\ x = \frac{40{\cdot}7}{100} = 0{\cdot}407.$

∴ দ্রবণের মাত্রা = 0·407 N এবং ইহার 1000 c.c.তে

HCl-এর পরিমাণ = নর্মালিটি × গ্রাম তুল্যাংক = 0·407 × 36·5

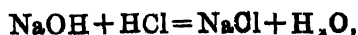
= 14·8555 গ্রাম।

25. 100 g. of hydrochloric acid solution of sp. gr. 1·17 contain 33·4 g. of HCl. How many litres of the acid solution of this strength would be required to neutralise 5 litres of a solution of caustic soda containing 0·042 g. of NaOH per c.c.?

[1·17 আপেক্ষিক গুরুত্ব-বিশিষ্ট 100 গ্রাম হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড দ্রবণে 33·4 গ্রাম HCl আছে। প্রতি c.c.তে 0·042 গ্রাম কষ্টিক সোডা আছে, এরূপ একটি কষ্টিক সোডা দ্রবণের 5 লিটার প্রশমিত করিতে ঐ অ্যাসিডের কত লিটার লাগিবে?]

Ans. 1 c.c. NaOH দ্রবণে আছে 0·042 গ্রাম NaOH,

5 লিটার " " " 0·042 × 5000 বা 210 গ্রাম NaOH

$NaOH + HCl = NaCl + H_2O,$

40 36·5

40 গ্রাম NaOH প্রশমিত করে 36·5 গ্রাম HCl

$\therefore$ 210 গ্রাম " " " $\frac{36·5 \times 210}{40}$ বা 191·625 গ্রাম HCl

কিন্তু 33·4 গ্রাম HCl আছে 100 গ্রাম HCl দ্রবণে,

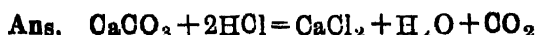
$\therefore$ 191·625 " " " $\frac{100 \times 191·625}{33·4}$ বা 573·7 গ্রাম দ্রবণে।

$\therefore$ HCl দ্রবণের আয়তন $= \frac{\text{ভর}}{\text{আপেক্ষিক গুরুত্ব}} = \frac{573·7}{1·17} = 490$ c.c.

$= 0·49$ লিটার।

26. 2·5 g. of pure calcium carbonate were found to require 25 c.c. of dilute HCl for complete neutralisation. What was the normality of this acid ?

[2·5 গ্রাম বিশুদ্ধ ক্যালসিয়াম কার্বনেটের প্রশমনের জন্য কোন লঘু HCl-এর 25 c.c. লাগে। HCl-এর নর্মাল মাত্রা কত ?]

Ans. $CaCO_3 + 2HCl = CaCl_2 + H_2O + CO_2$

100 গ্রাম   2 × 36·5 গ্রাম   44 গ্রাম

36·5 গ্রাম HCl থাকে 1000 c.c. (N) HCl দ্রবণে,

$\therefore$ 2 × 36·5 " " " 2 × 1000 c.c. (N) "

সুতরাং, 2 × 36·5 গ্রাম HCl ≡ 2 × 1000 c.c. (N) HCl দ্রবণে,

সমীকরণ হইতে, 100 গ্রাম $CaCO_3$ ≡ 2 × 1000 c.c. (N)HCl দ্রবণ

$\therefore$ 2·5 গ্রাম $CaCO_3 \equiv \frac{2 \times 1000 \times 2·5}{100}$ বা 50 c.c. (N) HCl দ্রবণ।

আবার লঘু HCl-এর 25 c. c. প্রশমন করে 2·5 গ্রাম $CaCO_3$,

সুতরাং, 25 c.c. লঘু HCl দ্রবণ ≡ 50 c c (N) HCl দ্রবণ

লঘু HCl-এর মাত্রা x(N) হইলে,

$25 \times x(N) = 50 \times N$, বা $x = \frac{50}{25} = 2$.

সুতরাং, লঘু HCl-এর মাত্রা = 2N.

27. 20 c.c. of a solution of HCl liberate 56 c.c. of carbon dioxide at N. T. P. when treated with excess of pure $CaCO_3$. Calculate the normality of the acid.

[HCl দ্রবণের 20 c.c. বিশুদ্ধ ক্যালসিয়াম কার্বনেট হইতে প্রমাণ অবস্থায় 56 c.c., কার্বন ডাই-অক্সাইড নির্গত করে। অ্যাসিডের নর্মাল মাত্রা কত ?]

Ans. 2নং উদাহরণের সমীকরণ হইতে, 44 গ্রাম $CO_2 \equiv 2 \times 36\cdot5$ গ্রাম HCl

∴ প্রমাণ অবস্থায় 22·4 লিটার $CO_2 \equiv 2 \times 36\cdot5$ গ্রাম HCl

$\equiv 2 \times 1000$ c.c.(N) HCl দ্রবণ।

∴ প্রমাণ অবস্থায় 56 c.c. $CO_2 \equiv \frac{2 \times 1000 \times 56}{22400}$ বা 5 c.c. (N) HCl

∴ 20 c.c. লঘু $HCl \equiv 5$ c.c (N) HCl.

∴ $20 \times x(N) = 5 \times N$, যেখানে x N)=লঘু HCl-এর মাত্রা,

∴ $x = \frac{5}{20} = 0\cdot25$. অতএব লঘু HCl-এর মাত্রা $= 0\cdot25$ N.

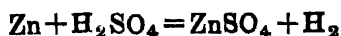
28. 10 c.c. of (N) Na_2CO_3 were required to neutralise 20 c.c. of a solution of H_2SO_4. What volume of hydrogen would be obtained at N. T. P. by the action of 100 c.c. of this acid solution on zinc. [Cal. I. Sc. 1959]

[20 c.c. সালফিউরিক অ্যাসিড দ্রবণ প্রশমিত করিতে 10 c.c (N)Na_2CO_3 দ্রবণ প্রয়োজন হয়। 1000 c.c. এই সালফিউরিক অ্যাসিডের সহিত জিংকের বিক্রিয়ায় প্রমাণ অবস্থায় কত আয়তনের হাইড্রোজেন গ্যাস নির্গত হইবে ?]

Ans. H_2SO_4 দ্রবণের মাত্রা x(N) হইলে,

$x(N) \times 20 = 10 \times N$ বা $x = \frac{10}{20} = 0\cdot5$

∴ H_2SO_4 দ্রবণের মাত্রা $= 0\cdot5$ N

$Zn + H_2SO_4 = ZnSO_4 + H_2$

98 গ্রাম 22·4 লিটার (প্রমাণ অবস্থায়)

98 গ্রাম $H_2SO_4 \equiv 1000$ c.c. 2N H_2SO_4 দ্রবণ,

কারণ, 98 গ্রাম $= 2 \times 49$ গ্রাম বা $2 \times H_2SO_4$-এর গ্রাম-তুল্যাংক।

∴ 1000 c.c. 2N $H_2SO_4 \equiv 22\cdot4$ লিটার H_2

100 c.c. 0·5N $H_2SO_4 \equiv \frac{22\cdot4 \times 0\cdot5}{10 \times 2}$ বা 0·56 লিটার H_2

(প্রমাণ অবস্থায়)

29. 0·382 g. of an acid neutralise 18·2 c c. of 0·126(N) NaOH solution. What is the equivalent weight of the acid ?

[একটি অ্যাসিডের 0·382 গ্রাম 0·126 (N) মাত্রার 18·2 c.c. NaOH দ্রবণ প্রশমিত করে। অ্যাসিডের তুল্যাংক-ভার কত ?]

Ans. 18·2 c c. 0·126 (N) NaOH দ্রবণ

$\equiv (18{\cdot}2 \times 0{\cdot}126)$ c c. (N) NaOH দ্রবণ

$\equiv 2{\cdot}293$ c.c. (N) NaOH দ্রবণ

1000 c c. (N) NaOH দ্রবণে NaOH আছে 40 গ্রাম,

$\therefore$ 2·293 c.c. „ „ „ „ $\frac{40 \times 2{\cdot}293}{1000}$

বা 0·09172 গ্রাম।

সুতরাং 0·09172 গ্রাম NaOH প্রশমিত হয় 0·382 গ্রাম অ্যাসিড দ্বারা,

$\therefore$ 40 গ্রাম NaOH (অর্থাৎ NaOH-এর গ্রাম-তুল্যাংক) প্রশমিত হয়

$\frac{0{\cdot}382 \times 40}{0{\cdot}09172}$ গ্রাম বা 166·59 গ্রাম অ্যাসিড দ্বারা।

$\therefore$ অ্যাসিডের তুল্যাংক-ভার = 166·59.

30. An aqueous solution of 0·315 gms. of a dibasic acid requires 41·7 ml. of 1·2 N/10 caustic soda solution for complete neutralisation. Determine the molecular weight of the acid,

[0·315 গ্রাম ওজনের একটি দ্বি-ক্ষারকীয় অ্যাসিডের জলীয় দ্রবণকে প্রশমিত করিতে 1·2N/10 কষ্টিক সোডা দ্রবণের 41·7 ml. প্রয়োজন। অ্যাসিডিটির আণবিক ওজন নির্ণয় কর।] [H. S. 1971 (Comp.)]

Ans 41·7 ml. 1·2 $\frac{N}{10}$ কষ্টিক সোডা দ্রবণ

$= (41{\cdot}7 \times 1{\cdot}2 \times \frac{1}{10})$ ml N কষ্টিক সোডা দ্রবণ

$= 5$ ml. N কষ্টিক সোডা দ্রবণ

$\therefore$ 5 ml. N কষ্টিক সোডা দ্রবণ = 0·315 গ্রাম অ্যাসিড

$\therefore$ 1000 ml. N কষ্টিক সোডা দ্রবণ $= \frac{0{\cdot}315 \times 1000}{5}$ বা 63 গ্রাম অ্যাসিড

∴ অ্যাসিডের তুল্যাংকভার = 63, এবং ইহার আণবিক ওজন = 63 × 2 = 126 (কারণ অ্যাসিডটি দ্বি-ক্ষারকীয়) ।

31. 2·25 g. of an acid are dissolved in water and the solution diluted to 250 c.c. 25 c.c. of this solution require 40 c.c. of 1·25 $\frac{N}{10}$ alkali for neutralisation. Calculate the equivalent weight of the acid. If its molecular weight be 90, find its basicity.

[একটি অ্যাসিডের 2·25 গ্রাম জলে দ্রবীভূত করিয়া দ্রবণের আয়তন 250 c.c. করা হইল। এই অ্যাসিডের দ্রবণের 25 c.c. প্রশমিত করিবার জন্য 1·25 $\frac{N}{10}$ মাত্রার একটি ক্ষারীয় দ্রবণের 40 c.c. প্রয়োজন। অ্যাসিডের তুল্যাংক-ভার কত? অ্যাসিডের আণবিক ওজন 90 হইলে উহার ক্ষার-গ্রাহিতা কত ?]

Ans. 25 c.c. লঘু অ্যাসিড দ্রবণ ≡ 40 c.c. 1·25 $\left[\frac{N}{10}\right]$ ক্ষার দ্রবণ

≡ $(40 \times 1\cdot25 \times \frac{1}{10})$ বা 5 c.c. (N) ক্ষার দ্রবণ ।

∴ $25 \times x(N) = 5 \times N$, যেখানে x (N) = অ্যাসিডের মাত্রা ।

∴ $x = \frac{5}{25} = 0\cdot2N$.

অ্যাসিডের তুল্যাংক-ভার যদি E হয় তবে,

1000 c.c. (N) অ্যাসিড দ্রবণে থাকে E গ্রাম অ্যাসিড,

∴ 1000 c.c. 0·2N „ „ „ (E × 0·2) গ্রাম অ্যাসিড,

কিন্তু 250 c.c. 0·2N অ্যাসিড দ্রবণে আছে 2·25 গ্রাম অ্যাসিড,

∴ 1000 c.c. 0·2N অ্যাসিড দ্রবণে আছে (2·25 × 4) বা 9 গ্রাম অ্যাসিড ।

সুতরাং, $E \times 0\cdot2 = 9$, বা, $E = \frac{9}{0\cdot2} = 45$ ।

$$\text{অ্যাসিডের ক্ষার-গ্রাহিতা} = \frac{\text{গ্রাম-আণবিক ওজন}}{\text{গ্রাম-তুল্যাংক}} = \frac{90}{45} = 2.$$

32. 0·11 g. of magnesium was treated with 50 c.c. $\frac{N}{2}$ sulphuric acid till the metal dissolved completely. The resulting solution

required 16 c. c. of N caustic soda solution for neutralisation. What is the equivalent weight of magnesium ?

[50 c.c. $\frac{N}{2}$ H_2SO_4 দ্রবণে 0·11 গ্রাম ম্যাগনেসিয়াম সম্পূর্ণরূপে দ্রবীভূত করা হইল। উৎপন্ন দ্রবণকে প্রশমিত করিতে 16 c.c. (N) কষ্টিক সোডা দ্রবণ লাগিল। ম্যাগনেসিয়াম-এর তুল্যাংক-ভার কত ?]

Ans. 50 c.c. $\frac{N}{2}$ H_2SO_4 দ্রবণ $\equiv (50 \times \frac{1}{2})$ বা 25 c.c. N H_2SO_4 দ্রবণ। ম্যাগনেসিয়াম দ্রবীভূত হইবার পর যে অতিরিক্ত অ্যাসিড অবশিষ্ট ছিল তাহা $\equiv$ 16 c. c. N কষ্টিক সোডা দ্রবণ = 16 c.c. N H_2SO_4 দ্রবণ।

∴ ম্যাগনেসিয়াম দ্রবীভূত করিতে অ্যাসিড লাগিয়াছে

= (25 − 16) বা 9 c.c. NH_2SO_4 দ্রবণ।

সুতরাং, 9 c.c. N H_2SO_4 দ্রবণ $\equiv$ 0·11 গ্রাম ম্যাগনেসিয়াম,

∴ 1000 c.c. N H_2SO_4 দ্রবণ $\equiv \frac{0·11 \times 1000}{9}$ বা 12·2 ম্যাগনেসিয়াম

1000 c.c. N H_2SO_4 দ্রবণে 1 গ্রাম-তুল্যাংক অ্যাসিড থাকে।

সুতরাং, ম্যগনেসিয়ামের তুল্যাংক-ভার = 12·2.

33. A small quantity of calcium carbonate was completely dissolved by 525 ml. of N/10 HCl. After the reaction there was no excess of the acid. Calcium chloride was then converted into calcium sulphate. Calculate the total quantity of Plaster of Paris that may be obtained from it. Give the weight of $CaCl_2$ also. What happens when Plaster of Paris is mixed with a small quantity of water and left for a few minutes ? Give equation.

[H. S. 1966]

Ans. 1000 ml. N HCl $\equiv$ $CaCO_3$-এর গ্রাম-তুল্যাংক = 50 গ্রাম

$CaCO_3$ $\equiv$ 20 গ্রাম Ca

∴ 1 ml. N/10 HCl $\equiv$ 0·002 গ্রাম Ca

525 ml. N/10 HCl $\equiv$ 525 × 0·002 $\equiv$ 1·05 গ্রাম Ca।

প্লাস্টার অব প্যারিসের আণবিক সংকেত $2CaSO_4, H_2O$ এবং উহার গ্রাম আণবিক গুরুত্ব $=2(40+32+64)+18=290$ গ্রাম। 290 গ্রাম প্লাস্টার অব্ প্যারিসে আছে 80 গ্রাম Ca।

80 গ্রাম Ca আছে 290 গ্রাম প্লাস্টার অব্ প্যারিসে,

$\therefore$ 1·05 গ্রাম Ca আছে $\frac{290 \times 1{\cdot}05}{83}$ বা 3·806 গ্রাম প্লাস্টার অব্ প্যারিসে।

$\therefore$ উৎপন্ন প্লাস্টার অব্ প্যারিসের পরিমাণ $=3{\cdot}806$ গ্রাম।

আবার, 40 গ্রাম Ca আছে 111 গ্রাম $CaCl_2$ যৌগে,

$\therefore$ 1·05 গ্রাম Ca আছে $\frac{111 \times 1{\cdot}05}{40}$ বা 2·914 গ্রাম $CaCl_2$ যৌগে,

$\therefore$ উৎপন্ন $CaCl_2$-এর পরিমাণ $=2{\cdot}914$ গ্রাম।

শেষাংশ : বিক্রিয়ার জন্য 265নং প্রশ্নোত্তরে দেখ।

34. 1·48 g. of a mixture of sodium carbonate and bicarbonate were dissolved in water and the volume made upto 250 c.c. 25 c.c. of this solution neutralised 20·85 c. c. of 0·12 (N) H_2SO_4 solution. Find the percentage composition of the mixture. [Calcutta. I. Sc.]

[সোডিয়াম কার্বনেট এবং বাইকার্বনেটের মিশ্রণের 1·48 গ্রাম জলে দ্রবীভূত করিয়া দ্রবণের আয়তন 250 c.c. করা হইল। 0·12 N মাত্রার সালফিউরিক অ্যাসিডের 20·85 c.c প্রশমিত করিতে এই দ্রবণের 25 c.c. প্রয়োজন। মিশ্রণে কার্বনেট ও বাইকার্বনেটের শতকরা মাত্রা নির্ণয় কর।]

Ans. মনে করা হইল, মিশ্রণে বাইকার্বনেটের পরিমাণ $=x$ গ্রাম ;

সুতরাং উহাতে কার্বনেটের পরিমাণ $=(1{\cdot}48-x)$ গ্রাম।

250 c.c. দ্রবণে বাইকার্বনেট আছে x গ্রাম,

$\therefore$ 1000 c.c. দ্রবণে বাইকার্বনেট আছে 4x গ্রাম।

সোডিয়াম বাইকার্বনেটের গ্রাম-তুল্যাংক $=84$ গ্রাম ;

সুতরাং দ্রবণে সোডিয়াম বাইকার্বনেটের মাত্রা $=\frac{4x}{84}$ (N)

সেইরূপ দ্রবণে সোডিয়াম কার্বনেটের মাত্রা $=\frac{4(1\cdot48-x)}{53}$ (N)

$\therefore$ মিশ্র দ্রবণের মাত্রা $=\frac{4x}{84}+\frac{4(1\cdot48-x)}{33}$N.

25 c.c. মিশ্র দ্রবণ প্রশমিত হয় 20·85 c c 0·12 (N) H_2SO_4 দ্বারা।

$\therefore$ 25 c.c. মিশ্র দ্রবণ $\equiv$ (20 85 × 0·12) c c. (N) H_2SO_4 দ্রবণ

$\equiv$ 2·5 c.c. (N) H_2SO_4 দ্রবণ।

অর্থাৎ, 25 c.c $\left[\frac{4x}{84}+\frac{4(1\cdot48-x)}{53}\right]$N মিশ্র দ্রবণ $\equiv$ 2·5 c.c. (N)H_2SO_4 দ্রবণ,

$$\therefore \quad 25\times4\left(\frac{x}{84}+\frac{1\cdot48-x}{53}\right)=2\cdot5\times1$$

বা $\left(\frac{x}{84}+\frac{1\cdot48-x}{53}\right)=\frac{2\cdot5\times1}{25\times4}$ বা $x=0\cdot4203$

$\therefore$ $NaHCO_3=0\cdot4203$ গ্রাম ; $Na_2CO_3=(1\cdot48-\cdot4203)$

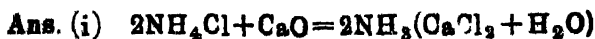
$=1\ 0597$ গ্রাম।

$\therefore$ $NaHCO_3$-এর শতকরা মাত্রা $=\frac{\cdot4203\times100}{1\cdot48}$ 28·4

এবং Na_2CO_3-এর শতকরা মাত্রা $=\frac{1\cdot0597\times100}{1\cdot48}=71\cdot6.$

35. What volume of $\left(\frac{N}{10}\right)$ H_2SO_4 will neutralise ammonia obtained from 10·7 g. of ammonium chloride ?

[10·7 গ্রাম অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড হইতে যে অ্যামোনিয়া পাওয়া যায় তাহা প্রশমিত করিতে $\left(\frac{N}{10}\right)$ H_2SO_4-এর কত আয়তন লাগিবে ?]

Ans. (i) $2NH_4Cl+CaO=2NH_3(CaCl_2+H_2O)$

2 × 53·5 গ্রাম 2 × 17 গ্রাম বা 2 × 22·4 লিটার প্রমাণ অবস্থায়।

(ii) $2NH_3+H_2SO_4=(NH_4)_2SO_4$

2×17 গ্রাম 98 গ্রাম

সমীকরণ দুইটি হইতে দেখা যায় যে, 2×53·5 বা 107 গ্রাম অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড হইতে যতটা অ্যামোনিয়া নির্গত হয় তাহা প্রশমিত করিতে 98 গ্রাম সালফিউরিক অ্যাসিড লাগে।

সুতরাং, 2×53 5 গ্রাম $NH_4Cl \equiv$ 2×17 গ্রাম অ্যামোনিয়া

$\equiv$ 98 গ্রাম H_2SO_4

∴ 107 গ্রাম $NH_4Cl \equiv$ 2×49 গ্রাম H_2SO_4

$\equiv$ 2×H_2SO_4-এর গ্রাম-তুল্যাংক

$\equiv$ 2×1000 c c. NH_2SO_4 দ্রবণ

$\equiv$ 2×1000 c.c. $\left(\frac{N}{10}\right)$ H_2SO_4 দ্রবণ

∴ 10·7 গ্রাম $NH_4Cl \equiv$ 2×1000 বা 2000 c.c. $\left(\frac{N}{10}\right)H_2SO_4$

∴ নির্ণেয় $\left(\frac{N}{10}\right)$ H_2SO_4-এর আয়তন = 2000 c.c.

36. Two acid solutions, one of 0·1 N and the other of 0·15 N are supplied. In what proportion by volume the two acid solutions should be mixed so as to prepare an acid mixture of normality 0·115 ?

[দুইটি অ্যাসিড দ্রবণ দেওয়া আছে। একটির মাত্রা 0·1 N এবং অপরটির মাত্রা 0·15 N। এই দুইটি দ্রবণ আয়তনের কি অনুপাতে মিশ্রিত করিলে মিশ্র দ্রবণের মাত্রা 0·115N হইবে ?]

Ans. মনে করা হইল, 0·1 N অ্যাসিডের x c.c. এবং 0 15 N অ্যাসিডের y c.c. মিশ্রিত করিলে মিশ্র দ্রবণের মাত্রা হইবে 0·115 N। মিশ্রণের জন্য আয়তনের কোন পরিবর্তন না হইলে, মিশ্র দ্রবণের মোট আয়তন হইবে (x+y) c.c.।

x c.c. 0·1N অ্যাসিড $\equiv$ (x×0·1) c.c. N অ্যাসিড

$\equiv \frac{x \times 0·1}{0·115}$ c.c. বা 0·115N অ্যাসিড।

y c.c. 0·15 N অ্যাসিড $=(y \times 0{\cdot}15)$ c.c. N অ্যাসিড

$$=\frac{y \times 0{\cdot}15}{0{\cdot}115} \text{ c.c. } 0{\cdot}115 \text{ N}$$ অ্যাসিড।

সুতরাং প্রশ্ন অনুযায়ী, (x+y) c.c. 0·115N অ্যাসিড মিশ্রণ

$$=\left[\frac{x \times 0{\cdot}1}{0{\cdot}115}+\frac{y \times 0{\cdot}15}{0{\cdot}115}\right] \text{ c.c. } 0{\cdot}115 \text{ N}$$ অ্যাসিড

$$\therefore \quad x+y=\frac{x \times 0{\cdot}1}{0{\cdot}115}+\frac{y \times 0{\cdot}15}{{\cdot}0115}$$

বা, $0{\cdot}115\,(x+y)=x \times 0{\cdot}1+y \times 0{\cdot}15=\frac{x \times 10}{100}+\frac{y \times 15}{100}=\frac{10x+15y}{100}$

বা, $11{\cdot}5(x-y)=10x+15y$, বা, $11{\cdot}5x-10x=15y-11{\cdot}5y$

বা, $1{\cdot}5x=3{\cdot}5y \quad \therefore \quad \frac{x}{y}=\frac{3{\cdot}5}{1{\cdot}5}=\frac{7}{3}$

সুতরাং প্রথম অ্যাসিড ও দ্বিতীয় অ্যাসিড ইহাদের আয়তনের 7 : 3 অনুপাতে মিশ্রিত করিতে হইবে।

EXERCISE XII

1. Find the weight of the solute in each of the following solutions :—

(i) 100 c.c. of $\frac{N}{5}$ H_2SO_4, (ii) 50 c.c. of 1·25 N NaOH

(iii) 25 c.c of 0 88 $\left[\frac{N}{10}\right]$ HNO_3, (iv) 300 c.c. of 0·5 (N)Na_2CO_3

[Ans. (i) 0·98 g., (ii) 2·5 g., (iii) 0·1386 g., (iv) 7·95 g.]

2. Calculate the normality of each of the following solutions :—

(i) NaOH solution containing 2 g. NaOH per 100 c. c. (ii) 10% Na_2CO_3 solution, (iii) 20 c.c. of a solution containing 1 g. of H_2SO_4, (iv) KOH solution containing 112 g. KOH per litre.

[Ans. (i) 0·5 N, (ii) 1·886 N, (iii) 1·02 N, (iv) 2N]

3. What volume of a normal solution will contain (i) 4·9 g. of H_2SO_4, (ii) 0·28 g. of KOH, (iii) 4·2 g. of $NaHCO_2$?
[Ans. (i) 100 c.c., (ii) 5 c.c. (iii) 50 c.c.]

4. 1 g. of Na_2CO_3 and 1 g. of NaOH are dissolved together in water and the volume made upto 500 c.c. What is the normality of the alkali solution ?

[500 c.c. দ্রবণে আছে 1 g. Na_2CO_3 । ∴ 1000 c.c. দ্রবণে থাকিবে 2 g. । শুধু Na_2CO_3-এর জন্য নর্মালিটি$=\frac{2}{53}$ N । সেইরূপ NaOH-এর জন্য নর্মালিটি$=\frac{2}{40}$ N । সুতরাং নর্মালিটি$=(\frac{2}{53}+\frac{2}{40})$ N$=$0·0877N.]

5. Two litres of an acid solution contain 4 9 g. of H_2SO_4 and 7·3 g. of HCl dissolved in it. What is the normality of the acid solution ? [Ans. 0·15N]

6. Equal weights of NaOH and KOH are separately dissolved in water and the volume of the two solutions are made equal by diluting with water. What is the ratio of normality of the two solution ? [Ans. 5 : 7]

7. Equal weights of NaOH and Na_2CO_3 are taken. Which will neutralise a larger quantity of an acid ? [Ans. NaOH]

8. Will 20 c.c. of 5% NaOH solution exactly neutralise 20 c.c. of 5% H_2SO_4 solution ? Give reasons for your answer.

[5% NaOH দ্রবণ$=\frac{50}{40}$ বা 1·25N দ্রবণ ; 5% H_2SO_4 দ্রবণ$=\frac{50}{49}$ বা 1·02 N দ্রবণ। দ্রবণ দুইটির নর্মালিটি সমান নহে বলিয়া উহারা সমায়তনে পরস্পরকে সম্পূর্ণ প্রশমিত করিবে না।]

9. How much $NaHCO_3$ will be required to make one litre of $\frac{N}{25}$ Na_2CO_3 solution ?

$$2NaHCO_3 = Na_2CO_3 + H_2O + CO_2.$$ [Ans. 4·36 g.]

14. If you require 10 g. of NaOH, how many c.c. of a 2·5 N NaOH solution will you take ? [Ans. 100 c. c.]

11. You are to prepare 2·5 litres of 2N H_2SO_4 solution. What volume of conc. H_2SO_4 (36N) should you take ?

[Ans. 138·88 c.c.]

12. What volume of $\frac{N}{10}$ HCl and (N)H_2SO_4 would separately be required to neutralise 20 c.c. of $\frac{N}{2}$ caustic soda solution ?

[Ans. 100 c.c. ; 10 c.c.]

13. What volume of $\frac{N}{2}$ Na_2CO_3 solution will neutralise 100 c.c. of N. H_2SO_4 solution ? [Ans. 200 c.c]

14. What weight of sodium carbonate is required to neutralise (i) 50 c.c. (N) H_2SO_4 (Calcutta, I. Sc.) (ii) 50 c.c. $\frac{N}{10}$ HCl.

(iii) 50 c.c. 1·5 N HNO_3 ? [Ans. 2·65 g. ; 0·265 g. ; 3·975 g.]

15. What volume of 0·112 N sodium hydroxide solution will neutralise 24 ml of a solution of sulphuric acid of strength 1·166 decinormal ? [Ans. 24·981]

16. 20 c.c. of a solution of H_2SO_4 neutralise 22·5 c.c. of 0·8 N caustic soda solution. What is the normality of the acid solution ? How many grams of H_2SO_4 are present in one litre of this acid solution ? [Ans. 0·9N ; 44 1 g.]

17. A solution contains 0·4940 g. of caustic soda in 125 c.c. What is the factor of the solution if the strength be expressed as (a) N solution, (b) $\frac{N}{10}$ solution ? How many c.c. of a $\frac{N}{5}$ solution of an acid will be required to neutralise 25 c.c. of the above solution of caustic soda ? [H. S. (Comp.) 1962]

[513 পৃষ্ঠার 3নং এবং 515 পৃষ্ঠার 6নং উদাহরণ দেখ ।

Ans. (a) 0·0983, (b) 0·988 : 2 85 c.c.]

18. 25 c. c. of 1·26 N HCl solution neutralise 15 c. c. of a

solution of Na_2CO_3. What is the strength of Na_2CO_3 solution in terms of normality, and in grams per litre ?

[Ans. 2·1 N ; 111·3 g.]

19. What volume of 0·45 N H_2SO_4 is equivalent to 20 c.c. of the normal acid solution ? [Ans 44·44 c.c.]

20. A solution of KOH contains 5·6 g. KOH per litre. How many c. c. of this solution would be required to neutralise 25 c.c. of nitric acid solution containing 3·78 g. of HNO_3 per litre ?

[Ans. 15 c.c.]

21. 1·325 g. of anhydrous Na_2CO were dissolved in water. To this solution were added 20 c c. of a solution of sulphuric acid and the resulting solution was neutral. Calculate the normality of the acid solution. [Ans. 1·25 N]

22. What volume of 10% NaOH solution will neutralise a litre of a solution containing 4·9 g. of H_2SO_4 ? [Ans. 40 c c.]

23. 80 c.c. of solution of HCl is neutralised by 100 c.c. of a solution of caustic potash containing 2·8 g. of KOH per litre Find the strength of the acid solution (a) in terms of normality and (b) weight in grams present in a litre.

[Ans. 0·0625 N ; 2·28 g.]

24. 22·5 c c. of sodium carbonate solution neutralise 20 c.c. of $\frac{N}{10}$ nitric acid solution Find the strength of sodium carbonate solution in terms of normality and its weight in grams per litre.

(Calcutta, I. Sc) [Ans. 0 089 (N) ; 4·717 g.]

25. Calculate the volume of 0·98 $\frac{N}{2}$ H_2SO_4 solution required to neutralise 30 c.c. of a solution containing 0·0265 g. of Na_2CO_3 per c.c. ? [Ans. 30·6 c.c.]

26. 20 c. c. of 1·2 (N HCl, 40 c.c. of 1·5 $\left(\frac{N}{10}\right)$ H_2SO_4, 60 c. c.

of 0·96 $\left(\frac{N}{5}\right)$ HNO_3 solution are mixed together. What is the normality of the resulting acid mixture ? [Ans. 0·345 N]

27. 50 c.c. of $\frac{N}{2}$ H_2SO_4 solution are poured into 100 c.c. $\left(\frac{N}{5}\right)$ Na_2CO_3 solution. Is the resulting solution acidic or alkaline ? Calculate its normality. [Ans. অ্যাসিডধর্মী ; 0·033N]

28. 20 c.c, of (N) HCl were mixed with 60 c.c. of $\left(\frac{N}{2}\right)$ H_2SO_4 solution. What volume of 0·25 (N) KOH solution will be required to neutralise the resulting acid solution ? [Ans. 200 c.c.]

29. 1 g. of pure NaOH is dissolved in water and 15 c.c. of N HCl is added. Is the solution acidic or alkaline ? [Ans. ক্ষারীয়]

30. 1 g. of pure NaOH is dissolved in water and the volume made up to 90 c.c ; 10 c c. of 2N H_2SO_4 solution are added. Is the solution acidic or alkaline ? What is its normality ?

[Ans. ক্ষারীয় ; 0 05 N]

31. 20 c c. of a 5% solution of NaOH are mixed with 20 c.c. of a 5% solution of H_2SO_4. What is the normality of the resulting mixture ?

[এই Exercise-এর ৮নং অঙ্ক দেখ। Ans 0·115 N, ক্ষারীয় দ্রবণ।]

32. 20 c.c. of a solution of H_2SO_4 neutralise 21·2 c c of a 3 per cent solution of Na_2CO_3. How would you reduce the strength of the acid to deci-normal ? (Calcutta, I. Sc.)

$$3\%\ Na_2CO_3 \text{ দ্রবণ} = \frac{3\times10}{53} = \frac{30}{53}\text{ (N) দ্রবণ।}$$

$$20\text{ c.c } H_2SO_4 \text{ দ্রবণ} = 21\cdot2\text{ c.c } \left(\tfrac{30}{53}\right)\text{ N } Na_2CO_3 \text{ দ্রবণ ইত্যাদি।}$$

[Ans প্রতি 20 c.c. অ্যাসিডে 100 c.c. জল মিশাইতে হইবে।]

33. 34·5 c.c. of $\frac{N}{2}$ H_2SO_4 neutralise 30 c.c. KOH solution.

How much water must be added to 1 litre of the latter to make it exactly $\frac{N}{5}$? [Ans. 150 c c.]

34. 10 c.c. of a dilute solution of H_2SO_4 neutralise exactly 22'5 c c. of $\frac{N}{10}$ Na_2CO_3 solution. What volume of water must be added to 500 c.c. of the acid solution to make it exactly decinormal ?
[Ans 625 c.c.]

35. 25 c.c. of a solution of an acid neutralise 22 5 c.c. of a 4% solution of Na_2CO_3. How would you reduce the strength of the solution to deci-normal ? (Cal. I Sc. 1948)

[Ans. এক লিটার অ্যাসিড দ্রবণে জল মিশাইয়া উহার আয়তন 6'79 লিটার করিতে হইবে।]

36. (a) What weight of sulphuric acid solution containing 58% of sulphuric acid is required to make 1 litre of 0'50 N solution ?

(b) 25 c.c of a 10'5 $\left(\frac{N}{10}\right)$ Na_2CO_3 solution require 20'1 c c of a solution of sulphuric acid for neutralisation. What volume of this acid solution is to be diluted so as to prepare 1 litre of exactly $\frac{N}{10}$ sulphuric acid solution ? What indicator would you use for this titration ? [H. S 1972]

Ans. (a) 1 লিটার N মাত্রার H_2SO_4 দ্রবণ প্রস্তুত করিতে H_2SO_4 প্রয়োজন 49 গ্রাম।

∴ 1 লিটার 0'5N মাত্রার H_2SO_4 দ্রবণ প্রস্তুত করিতে H_2SO_4 প্রয়োজন (49 × '05)—24'5 গ্রাম

58 গ্রাম বিশুদ্ধ H_2SO_4 আছে 100 গ্রাম ঐ অ্যাসিডে,

∴ 24'5 গ্রাম ,, ,, ,, $\frac{100 \times 2'45}{58}$ বা 42'24 গ্রাম ঐ অ্যাসিডে।

∴ H_2SO_4-এর ওজন = 42'24 গ্রাম

(b) 20·1 c.c. H_2SO_4 দ্রবণ = 25 c.c. 1·05 $\frac{N}{10}$ Na_2CO_3 দ্রবণ

∴ $20·1 \times S = 25 \times 1·05 \times \frac{N}{10}$, যেখানে S = অ্যাসিডের মাত্রা।

∴ $S = \frac{25 \times 1·05}{20·1} \frac{N}{10} = 1·3 \frac{N}{10}$

মনে করা হইল, এই অ্যাসিডের V c.c. লইয়া উহাতে জল মিশাইয়া 1 লিটার (1000 c.c.) করিলে দ্রবণের মাত্রা সঠিক $\frac{N}{10}$ হইবে।

$V \times 1·3 \frac{N}{10} = 1000 \times \frac{N}{10}$ বা, $V = \frac{1000}{1·3} \frac{N}{10} = 769·2$ c.c.

∴ 769·2 c.c. অ্যাসিডে জল মিশাইয়া 1000 c.c. আয়তন করিলে দ্রবণের মাত্রা সঠিক $\frac{N}{10}$ হইবে। ∴ অ্যাসিডের আয়তন = 769·2 c.c. এবং জলের আয়তন = (1000 − 769·2) = 230·8 c.c.। ব্যবহৃত নির্দেশক—মিথাইল অরেঞ্জ।

37. 50 ml. of a solution of sodium carbonate containing 25 g. of Na_2CO_3 per litre were diluted to 250 ml. 25 ml. of the diluted solution required 28 ml. of a solution of sulphuric acid for neutralisation. Calculate the strength of the acid in grams per litre. (Na = 23, C = 12, S = 32) [H. S. 1966 (Comp.)]

[Ans. 250 ml Na_2CO_3 দ্রবণে Na_2CO_3 আছে 25 গ্রাম;

সুতরাং 1000 ml. দ্রবণে Na_2CO_3 আছে 100 গ্রাম।

∴ লঘু Na_2CO_3 দ্রবণের মাত্রা = $\frac{100}{53}$ N

∴ $25 \times \frac{100}{53} N = 28 \times S$,

যেখানে S = H_2SO_4-এর নর্মালিটিতে মাত্রা।

∴ $S = \frac{25 \times 100}{53 \times 28} = 1·685$ N।

∴ প্রতি লিটারে $H_2SO_4 = 1·685 \times 49 = 82·565$ গ্রাম।]

38. 10 c.c. of conc. HCl were diluted to one litre. 25 c.c. of

this solution neutralised 27·5 c.c. of $\frac{N}{10}$ NaOH solution. Calculate the strength of the conc. HCl in grams per litre. [Ans. 401·5 g.]

39. 2·65 g. of sodium carbonate were dissolved in water and the volume made up to 250 c.c. 12·5 c.c. of this solution required 17·5 c.c. of HCl solution for neutralisation. What is the strength of the acid solution in normality, in grams per litre?

[Ans. 0·1423N ; 5·212 g.]

40. A solution of sodium carbonate is prepared by dissolving exactly 6 g. of Na_2CO_3 in 1 litre of water. 25 ml. of this solution required 26 ml. of dilute sulphuric acid for neutralisation. Calculate the strength of the acid in normality. What volume of water is to be added to 1 litre of the acid to make it exactly decinormal?

[H. S. 1967]

[Ans. Na_2CO_3 দ্রবণের মাত্রা $=\frac{6}{53}$ N

26 ml. লঘু H_2SO_4 দ্রবণ $\equiv 25\times\left(\frac{6}{53}N\right)Na_2CO_3$ দ্রবণ।

$\therefore$ $26\times x=25\times\frac{6}{53}$; যেখানে x = নর্মালিটিতে H_2SO_4-এর মাত্রা।

$\therefore$ $x=\frac{25\times 6}{26\times 53}=0·1088$ N.

দ্বিতীয় অংশ : মনে কর,

1000 ml. 0·1088 (N)$H_2SO_4 \equiv$ V ml. $\frac{N}{10}H_2SO_4$

$\therefore$ $1000\times 0·1088N=V\times\frac{N}{10}$ বা, $1000\times 0·1088=V\times 0·1$

$\therefore$ $V=1000\times 0·1088\times 10=1088$ ml.

$\therefore$ মিশ্রিত জলের আয়তন $=1088-1000=88$ ml.]

41. 25 c.c. of an alkali solution are mixed with 8 c.c. of a 0·75 N acid solution and for complete neutralisation it further required

15 c.c of a 0·8 N acid solution. What is the strength of the given alkali solution in terms of normality ? (Cal. I. Sc.) [Ans 0·72N]

42. To 20 c.c. of a H_2SO_4 solution 20 c.c. of 0·2(N) NaOH solution were added, and for complete neutralisation 4·5 c.c of 0·05(N)Na_2CO_3 solution were added. What was the strength of H_2SO_4 solution in terms of normality and in grams per litre ?

[Ans. 0·2112N ; 10·348 g.]

43 To 50 c.c. of a solution of HCl, 25 c.c. of 0·82(N)NaOH solution were added. The excess of acid in the solution required 30 c.c. of 0·09(N)Na_2CO_3 solution for neutralisation. Determine the normality of the acid solution and the number of grams of HCl per litre of the solution. (Cl=35·5) (Cal , I. Sc., Cal., B. Sc. Part I, 1963) [Ans. 0·464N ; 16·93 g.]

44. 25 c.c. of (N) NaOH solution were required to neutralise 20 c.c of a solution of H_2SO_4. What volume of carbon dioxide at N.T.P. would be obtained by the action of 1000 c c. of this acid solution on pure calcium carbonate ? [Ans. 14 litres]

45. 1 g of anhydrous Na_2CO_3 is added to 20 c.c. of a normal solution of H_2SO_4. What volume of CO_2 will be liberated at N.T.P. ? Is the resulting solution acidic or alkaline ? What volume of $\frac{N}{10}$ acid or alkali solution would be required to neutralise it ?

[Ans. CO_2-এর আয়তন=211·3 c.c. ; দ্রবণ আম্লিক ; $\frac{N}{10}$ ক্ষারের আয়তন=11·3 c.c.]

46 0·125 g. of an acid neutralise 20·5 c c. of 0·12 (N) NaOH solution. What is the equivalent weight of the acid ? [Ans. 50·81]

47. 2·95 g. of a di-basic acid are dissolved in water to form 250 c.c. of=solution. 25 c.c. of this solution were neutralised by 25 c.c. of $\frac{N}{5}$ Na_2CO_3 solution. Find the equivalent weight and molecular weight of the acid. [Ans. 59 ; 118]

48. 25 c.c. of HCl solution containing 4 g. per litre neutralise 21 c.c. of a solution of a base containing 5·22 g. per litre. Find the equivalent weight of the base. [Ans. 40]

49. 0·3363 g. of a metal when added to 73 c.c. distilled water produced 190 c.c. of hydrogen gas at 27°C and 720 mm. pressure and the solution became alkaline. Calculate the equivalent weight of the metal and the strength of the solution in terms of normality.
(Cal, I. Sc, 1952) [Ans. 22·84 ; 0·202 N]

50. An excess of ferrous sulphide is added to 125 c.c. of dilute sulphuric acid and the volume of hydrogen sulphide set free measured 560 c.c. at 0°C and 760 mm. Calculate the normality of the acid.

(Cal. I. Sc., 1949)

[$FeS + H_2SO_4 = FeSO_4 + H_2S$

2×49 22400 c.c. (N.T.P.)

∴ প্রমাণ অবস্থায় 22400 c.c. $H_2S = 2 \times 49$ g. H_2SO_4

$= 2000$ c.c. (N) H_2SO_4 দ্রবণ।

∴ " " 560 c.c. " $= \frac{2000 \times 560}{22400}$

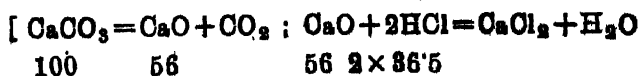
বা 50 c.c. (N) H_2SO_4 দ্রবণ।

সুতরাং $125 \times S = 50 \times N$ যেখানে S = ব্যবহৃত অ্যাসিডের নর্মালিটি-মাত্রা।

∴ $S = \frac{50}{125} = 0·4N.$]

51. Find the volume of $\frac{N}{10}$ HCl which will neutralise the lime obtained by heating 1 kilogram of pure calcium carbonate.

[$CaCO_3 = CaO + CO_2$; $CaO + 2HCl = CaCl_2 + H_2O$

100 56 56 $2 \times 36·5$

100 গ্রাম $CaCO_3$ = 56 গ্রাম CaO = $2 \times 36·5$ গ্রাম HCl = 2000 c.c.

(N) HCl দ্রবণ ইত্যাদি। [Ans. 200 লিটার $\frac{N}{10}$ HCl.]

52. A solution of caustic soda is prepared containing 4·74 g. per litre. Calculate the volume of HCl gas at N.T.P., which when dissolved in water, will neutralise 60 c.c. of the alkali solution.

(Calcutta, I. Sc.)

কষ্টিক সোডা দ্রবণের মাত্রা $=\frac{4 \cdot 74}{40}$ বা 0·1185N

60 c.c. 0·1185 N কষ্টিক সোডা দ্রবণ $=(60\times0 \cdot 1185)$ বা 7·11 c.c. (N) দ্রবণ

$NaOH+HCl=NaCl+H_2O$

40 গ্রাম 36·5 গ্রাম বা 22·4 লিটার (N.T.P.-তে)

বা 1000 c.c. (N) দ্রবণ

∴ 1000 c.c. (N) কষ্টিক সোডা দ্রবণ=22·4 লিটার HCl গ্যাস

∴ 7·11 c.c. (N) দ্রবণ= ?

[Ans. 0·15926 লিটার]

53. SO_2 prepared by the action of excess of strong H_2SO_4 on 10 g of copper is passed through a litre of (N/2) Na_2CO_3 solution. Find the weight of unchanged sodium carbonate. Cu=63.

(Calcutta, I. Sc.) [Ans. 9·68 g.]

54. A specimen of limestone contains 60% $CaCO_3$. Calculate the amount of stone which will be required to generate just sufficient CO_2 to convert one litre of (N) NaOH solution into sodium carbonate.

(Calcutta, I. Sc.) [Ans. 8·33 g.]

55. A solution containing 10 g of $CaCl_2$ required 100 ml. of a solution of Na_2CO_3 for complete reaction. Sodium carbonate was not in excess after the reaction. Calculate the strength of the sodium carbonate solution in normality.

Calculate the exact volume of CO_2 at N.T.P. required to dissolve completely in presence of water the precipitate formed in the reaction stated above. What will happen if the clear solution obtained finally is boiled ? Give equation. (Ca=40, Cl=35·5, Na=23, C=12).

[H. S. 1966]

[Ans. $CaCl_2 + Na_2CO_3 = CaCO_3 + 2NaCl$

111 গ্রাম 106 গ্রাম 100 গ্রাম

111 গ্রাম $CaCl_2$-এর জন্য Na_2CO_3 প্রয়োজন 106 গ্রাম,

10 গ্রাম „ „ „ „ $\frac{106 \times 10}{111}$ বা 9·55 গ্রাম।

9·55 গ্রাম Na_2CO_3 আছে 100 ml. দ্রবণে,

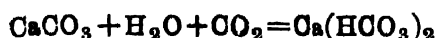
∴ 95·5 গ্রাম „ „ 1000 ml. দ্রবণে।

∴ Na_2CO_3 দ্রবণের মাত্রা $= \frac{95\ 5}{53} = 1 \cdot 8$ N

উপরের সমীকরণ হইতে দেখা যায় যে,

111 গ্রাম $CaCl_2$ থাকিলে $CaCO_3$ উৎপন্ন হয় 100 গ্রাম

∴ 10 „ „ „ „ „ „ $\frac{110 \times 10}{111}$ বা 9·01 গ্রাম।

$CaCO_3 + H_2O + CO_2 = Ca(HCO_3)_2$

100 গ্রাম 22·4 লিটার N.T.P.

এই সমীকরণ অনুসারে,

100 গ্রাম $CaCO_3$-এর জন্য CO_2 প্রয়োজন 22·4 লিটার (N.T.P.)

∴ 9·01 গ্রাম „ „ „ „ $\frac{22 \cdot 4 \times 9 \cdot 01}{100}$ বা 2·0182 লিটার

(N.T.P.)

শেষাংশ : বিক্রিয়ার জন্য 269 পৃষ্ঠা দেখ।

56. A standard KCl solution is made by dissolving 7·46 g. of the salt in a litre of the solution. 20 ml. of this solution require 18 ml. of a solution of $AgNO_3$ to precipitate all the chloride as silver chloride. Calculate the normality of $AgNO_3$ solution and also the amount of AgCl formed. [Ans. 0·111 N ; 0·287 g.]

CHAPTER XX

Structure of atom : Valency

(পরমাণুর গঠন ; যোজ্যতা)

Q. 219. Write short notes on :—electrons, protons, neutrons.

[H. S. 1961 ; '64 ; '66 (Comp.) ; '69]

[সংক্ষিপ্ত টীকা লিখ :—ইলেকট্রন, প্রোটন, নিউট্রন]

Ans. **ইলেকট্রন**—প্লাটিনাম তড়িৎ-দ্বারযুক্ত বদ্ধ কাচ-নলে রক্ষিত যে কোন গ্যাসের মধ্য দিয়া নিম্ন চাপে (0·1 mm. কিংবা ইহা অপেক্ষা কম চাপে) তড়িৎ-ক্ষরণকালে ক্যাথোড হইতে এক প্রকার রশ্মি বাহির হইয়া অ্যানোডের দিকে সরলরেখায় যায়। এই রশ্মিকে ক্যাথোড রশ্মি (cathode rays) বলা হয়। বৈদ্যুতিক এবং চৌম্বক ক্ষেত্রে এই রশ্মিগুলির ধর্ম দেখিয়া জে. জে. টমসন (Sir J. J. Thomson) সিদ্ধান্ত করেন যে ক্যাথোড রশ্মিগুলি কতকগুলি অপরা-তড়িৎ-যুক্ত, অতি সূক্ষ্ম কণিকার সমষ্টি। এই কণিকাগুলিকে ইলেকট্রন বলা হয়। প্রতিটি কণিকাতে অপরা-তড়িতের এক একক বর্তমান এবং প্রতিটি কণিকার ওজন হাইড্রোজেনের পরমাণুর ওজনের $\frac{1}{1840}$ অংশ। যে কোন গ্যাস লইয়া কিংবা যে কোন উপাদানের ক্যাথোড লইয়া পরীক্ষা করিলে উহা হইতে একই ভর ও তড়িৎ-মাত্রাযুক্ত কণিকার অর্থাৎ একই প্রকৃতির ইলেকট্রন পাওয়া যায়। অতএব ইহা সিদ্ধান্ত করা হইয়াছে যে, ইলেকট্রন সমস্ত প্রকার পরমাণুর একটি সাধারণ উপাদান।

প্রোটন—পরমাণুগুলি সামগ্রিকভাবে তড়িৎ-নিরপেক্ষ। পরমাণুর মধ্যে ইলেক-ট্রনের অস্তিত্ব প্রমাণিত হওয়ায় ইহা বুঝিতে পারা যায় যে, ইহার মধ্যে ইলেকট্রনের বিপরীত তড়িৎধর্মী অর্থাৎ পরা-তড়িৎযুক্ত কণিকাও থাকিবে। তড়িৎ-ক্ষরণকালে ক্যাথোড রশ্মি ছাড়া আরেক প্রকার রশ্মি ক্যাথোড রশ্মির বিপরীত দিকে চলিতে থাকে। এই রশ্মিকে পজিটিভ রশ্মি (positive rays) বলা হয়। ইহা কতকগুলি পরা-তড়িৎযুক্ত সূক্ষ্ম কণিকার সমষ্টি। এই কণিকাগুলিকে প্রোটন বলা হয়। প্রতিটি কণিকার ভর হাইড্রোজেন-পরমাণুর ভরের সমান এবং প্রতিটি কণিকাতে

পরা-তড়িতের একক বর্তমান। সুতরাং এক একক ভর ও এক একক পরা-তড়িৎযুক্ত প্রোটন, ইলেকট্রনের ন্যায়, পরমাণু-গঠনের একটি উপাদান।

নিউট্রন—নিউট্রন পরমাণু গঠনের আর একটি উপাদান। বেরিলিয়ামের উপর α-রশ্মির ক্রিয়ার পরীক্ষা হইতে সাড্উইক প্রথমে ইহা আবিষ্কার করেন। নিউট্রনের ভর প্রোটনের ভরের অর্থাৎ হাইড্রোজেন পরমাণুর ভরের সমান কিন্তু ইহা তড়িৎ-নিরপেক্ষ কণিকা।

Q. 220. Write a short note on radio-activity.

[H S. 1963 ; '64 ; 1966 (Comp.) ; '67 ; '70 ; '72]

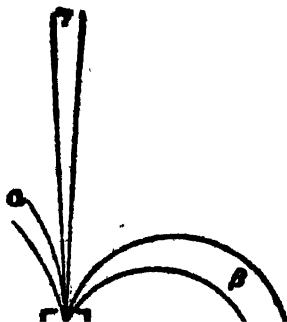
[তেজস্ক্রিয়তা সম্বন্ধে সংক্ষিপ্ত টীকা লিখ।]

Ans. হেন্‌রী বেকরেল আবিষ্কার করেন যে, ইউরেনিয়ামঘটিত কয়েকটি পদার্থ হইতে সর্বদা স্বতঃস্ফূর্তভাবে অদৃশ্য তেজ-বিকিরণ ঘটে। এই অদৃশ্য রশ্মিগুলি আলোক-চিত্র-ফলক আক্রমণ করে, যে গ্যাসের মধ্য দিয়া যায় তাহাকে আয়নিত করে এবং রশ্মিগুলির বেশীর ভাগই চৌম্বক ও বৈদ্যুতিক শক্তির দ্বারা নির্গম-পথ হইতে দুই বিপরীত দিকে বাঁকিয়া যায়। এই প্রকার স্বতঃস্ফূর্ত অদৃশ্য তেজ-বিকিরণ করিবার ধর্মকে **তেজস্ক্রিয়তা** (radio-activity) বলে এবং যে মৌলে এই ধর্ম বর্তমান তাহাকে **তেজস্ক্রিয় মৌল** (radio-active element) বলে। ইউরেনিয়াম, পোলোনিয়াম, রেডিয়াম, থোরিয়াম ইত্যাদি তেজস্ক্রিয় মৌল। তেজস্ক্রিয়তা তেজস্ক্রিয় মৌলের পরমাণুর ধর্ম। তেজস্ক্রিয় মৌলের পরমাণুর-কেন্দ্রে খুব বেশী সংখ্যক প্রোটন ও নিউট্রন থাকার জন্য কেন্দ্রটি অস্থায়ী ও ভঙ্গুর হয় এবং ফলে তেজস্ক্রিয় রশ্মি নির্গত হইতে থাকে। ইহার ফলে নূতন পরমাণু উৎপন্ন হয়।

তেজস্ক্রিয় রশ্মির পরীক্ষা করিয়া দেখা গিয়াছে যে ইহা তিনটি বিভিন্ন রশ্মি লইয়া গঠিত। এই রশ্মিগুলিকে যথাক্রমে α (আল্‌ফা), β (বিটা) ও γ (গামা) রশ্মি বলা হয়।

α-রশ্মি—α রশ্মি কতকগুলি পরা-তড়িৎযুক্ত অপেক্ষাকৃত ভারী পদার্থ-কণিকা লইয়া গঠিত। ইহাদের প্রত্যেকটির তড়িৎমাত্রা 2 (প্রোটনের দ্বিগুণ) এবং ভর 4 (প্রোটনের চারিগুণ)। α রশ্মি গ্যাসকে আয়নিত করে, খুব পাতলা ধাতব পাত

ভেদ করিতে পারে এবং ইহার দ্বারা আলোকচিত্র-ফলক আক্রান্ত হয়। চৌম্বক ও বৈদ্যুতিক ক্ষেত্রে α-রশ্মি এক দিকে বাঁকিয়া যায়।

54 নং চিত্র—তেজস্ক্রিয় রশ্মি

β-রশ্মি—β-রশ্মিগুলি চৌম্বক ও বৈদ্যুতিক ক্ষেত্রে α-রশ্মির বিপরীত দিকে বাঁকে। এই রশ্মিগুলি কতকগুলি অপরা-তড়িৎযুক্ত কণিকা লইয়া গঠিত। কণিকাগুলির প্রতিটির ভর ও তড়িৎমাত্রা ইলেকট্রনের ভর ও তড়িৎমাত্রার সমান। অর্থাৎ β-রশ্মি ইলেকট্রনের সমষ্টি মাত্র। গ্যাসকে আয়নিত করিবার ক্ষমতা α-রশ্মি অপেক্ষা কম কিন্তু ধাতব পাত ভেদ করিবার ক্ষমতা আপেক্ষাকৃত বেশী। ইহার দ্বারা আলোকচিত্র-ফলক আক্রান্ত হয়।

γ-রশ্মি—চৌম্বক ও বৈদ্যুতিক ক্ষেত্রে γ-রশ্মিগুলি কোন দিকে বাঁকে না—সোজা চলিয়া যায়। γ-রশ্মিগুলি কোন পদার্থকণিকা লইয়া গঠিত নয় ইহারা অতি ক্ষুদ্র মাপের তরঙ্গ-বিশিষ্ট আলোক-রশ্মি। গ্যাসকে আয়নিত করিবার ক্ষমতা ইহাদের কম, কিন্তু ভেদ করিবার ক্ষমতা খুব বেশী। ইহার দ্বারাও আলোকচিত্র আক্রান্ত হয়।

Q. 221. Write a brief account of the modern structure of an atom. [H. S. 1960 , 1961 (Comp.) ; '63 ; '66 ; '67]

[আধুনিক মতবাদ অনুসারে পরমাণুর গঠন খুব সংক্ষেপে বর্ণনা কর।]

Ans. ডালটনের পরমাণুবাদ অনুসারে পরমাণু পদার্থের ক্ষুদ্রতম অবিভাজ্য অংশ। নানাবিধ পরীক্ষার ফলে ইহা প্রমাণিত হইয়াছে যে, পরমাণু অবিভাজ্য নহে—ইহা আরও ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র কতকগুলি কণিকা লইয়া গঠিত। পরমাণুর গঠনে অংশ গ্রহণকারী কণিকাগুলির মধ্যে ইলেকট্রন, প্রোটন ও নিউট্রন—এই তিনটিই প্রধান।

ইলেকট্রন একক মাত্রার অপরা-তড়িৎযুক্ত কণিকা, ইহার ওজন হাইড্রোজেনের পরমাণুর ওজনের $\frac{1}{1840}$ অংশ। প্রোটন একক মাত্রার পরা-তড়িৎ-যুক্ত কণিকা, ইহার ওজন হাইড্রোজেন পরমাণু ওজনের সমান। নিউট্রন তড়িৎ-নিরপেক্ষ কণিকা। ইহার ওজন প্রোটনের ওজনের সমান।

পদার্থ মাত্রেরই পরমাণু ইলেকট্রন, প্রোটন ও নিউট্রন লইয়া গঠিত—কেবলমাত্র হাইড্রোজেন পরমাণুতে নিউট্রন নাই। পরমাণুতে ইলেকট্রন ও প্রোটনের সংখ্যার পার্থক্যের জন্য বিভিন্ন মৌলের মধ্যে পার্থক্য দেখা যায়।

বিজ্ঞানীদের মতে পরমাণুর দুইটি অংশ—একটি পরমাণু-কেন্দ্র বা নিউক্লিয়াস (nucleus) এবং অপরটি ইলেকট্রন বেষ্টনী (electron shell)। পরমাণু-কেন্দ্র সমগ্র পরমাণুর আয়তনের তুলনায় অতি সামান্য আয়তন জুড়িয়া থাকে। পরমাণুর সমস্ত প্রোটন ও নিউট্রন লইয়া পরমাণু-কেন্দ্র বা নিউক্লিয়াস গঠিত। পরমাণুর ভর বা ওজন পরমাণু-কেন্দ্রে সীমাবদ্ধ থাকে। পরমাণুর ভর বলিতে উহার কেন্দ্রের মধ্যস্থ প্রোটন ও নিউট্রনের মোট ভর বুঝায়, কারণ, ইলেকট্রনের ভর নগণ্য। সুতরাং পরমাণুর কেন্দ্র বা নিউক্লিয়াস পরা-তড়িৎযুক্ত এবং ভারী।

পরমাণু সমগ্রভাবে তড়িৎ-নিরপেক্ষ বলিয়া ইহার ইলেকট্রনের সংখ্যা কেন্দ্রীয় প্রোটনের সংখ্যার সমান। এই ইলেকট্রনগুলি কেন্দ্রকে ঘিরিয়া বিভিন্ন সমকেন্দ্রিক ও উপবৃত্তকার কক্ষপথে বা বেষ্টনীতে (orbit or shell) অতিবেগে (প্রায় 1200 মাইল/সেকেণ্ডে) ঘুরিতেছে। ঘূর্ণনের ফলে উদ্ভূত কেন্দ্রাতিক বল এবং পরা-তড়িৎ-সম্পন্ন কেন্দ্র ও অপরা-তড়িৎসম্পন্ন ইলেকট্রনের আকর্ষণজনিত বল—এই দুই-এর বিপরীত ক্রিয়ায় ইলেকট্রনগুলি নির্দিষ্ট কক্ষে ঘুরিতে থাকে। এইরূপ সাতটি কক্ষপথ আছে—কেন্দ্র হইতে আরম্ভ করিয়া প্রথম কক্ষপথকে K কক্ষপথ এবং দ্বিতীয়, তৃতীয় চতুর্থ, পঞ্চম ইত্যাদি কক্ষপথকে যথাক্রমে L, M, N, O ইত্যাদি কক্ষপথ বলা হয়। প্রতি কক্ষপথে ঘূর্ণায়মান ইলেকট্রনের সর্বোচ্চ সংখ্যা নির্দিষ্ট থাকে ; যথা—K—2, L—8, M—18 ইত্যাদি। পরমাণুর বহির্তম কক্ষপথে 8টির বেশী ইলেকট্রন থাকিতে পারে না। এই চিত্রানুসারে পরমাণু-কেন্দ্র ও ঘূর্ণায়মান ইলেকট্রনের মধ্যে অনেক ফাঁক থাকে। অর্থাৎ, পরমাণু নিরেট নহে।

প্রতিটি প্রোটন পরা-তড়িতের একটি একক এবং নিউট্রন তড়িৎ উদাসীন। সুতরাং কেন্দ্রের প্রোটনের সংখ্যা পরমাণু-কেন্দ্রের পরা-তড়িতের এককের সংখ্যা নির্দেশ করে। কোন মৌলের **পরমাণু-ক্রমাংক** (atomic number) বলিতে বুঝায় উহার কেন্দ্রস্থিত পরা-তড়িতের এককের সংখ্যা। ইহা কেন্দ্রের প্রোটনের সংখ্যা বা কেন্দ্র-বহির্ভূত কক্ষপথের ইলেকট্রনের সংখ্যার সমান। এই পরমাণু-ক্রমাংক মৌলের

মূলগত ধর্ম, এবং মৌলের রাসায়নিক গুণ ইহার উপর নির্ভরশীল। যখন একই মৌলের পরমাণুগুলিতে প্রোটনের সংখ্যা একই থাকে এবং প্রোটনের ভরের সমান ভর-বিশিষ্ট তড়িৎ-নিরপেক্ষ নিউট্রনের সংখ্যা বিভিন্ন হয় তখন একই মৌলের পরমাণুগুলি বিভিন্ন ভর-বিশিষ্ট হয়, কিন্তু উহাদেব পরমাণু-ক্রমাংক একই থাকায় রাসায়নিক ধর্মেব কোন পার্থক্য হয না। এইরূপ পরমাণুকে একস্থানিক (isotope) বলে।

পরমাণু-কেন্দ্রে সম-তড়িৎধর্মী একাধিক প্রোটন অবস্থিত থাকা সত্ত্বেও কেন্দ্রটি স্থায়ী। ইহার কারণস্বরূপ বলা হইযাছে যে, কেন্দ্রের প্রোটন ও নিউট্রনের অবিরত রূপান্তরের জন্য উহাদের মধ্যে বিশেষ এক প্রকার আকর্ষণেব সৃষ্টি হয়, যাহার জন্য পরমাণু কেন্দ্র স্থায়ী হয়। কিন্তু প্রোটন ও নিউট্রনের সংখ্যা খুব বেশী হইলে (ইউরেনিয়াম, থোরিয়াম ইত্যাদির ক্ষেত্রে) কেন্দ্রটি অস্থায়ী ও ক্ষণ-ভঙ্গুর হইয়া পড়ে এবং কেন্দ্র হইতে স্বতস্ফূর্তভাবে নানা প্রকার অদৃশ্য রশ্মি নির্গত হয়। ইহাকে তেজস্ক্রিয়তা (radio-activity) বলে।

55 নং চিত্র হাইড্রোজেন

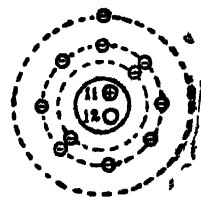
কয়েকটি মৌলের পরমাণুর ইলেকট্রনীয় চিত্র দেওয়া হইল।

(i) হাইড্রোজেন পরমাণুর (55 নং চিত্র) কেন্দ্রে একটি প্রোটন এবং ইহাকে কেন্দ্র করিয়া একটি ইলেকট্রন প্রথম কক্ষপথে ঘুরিতেছে। সুতরাং ইহার পারমাণবিক ভর 1 এবং পরমাণু-ক্রমাংক 1।

(ii) কার্বন পরমাণুর কেন্দ্রে 6টি প্রোটন ও 6টি নিউট্রন আছে। ইহার কেন্দ্রকে ঘিরিয়া প্রথম কক্ষে 2টি এবং দ্বিতীয় কক্ষে 4টি, মোট 6টি ইলেকট্রন ঘুরিতেছে। সুতরাং কার্বনের পারমাণবিক ভর $=6+6=12$ এবং পরমাণু-ক্রমাংক 6।

56 নং চিত্র কার্বন

(iii) সোডিয়াম পরমাণুর কেন্দ্রে 11টি প্রোটন ও 12টি নিউট্রন আছে। এই কেন্দ্রকে ঘিরিয়া প্রথম, দ্বিতীয় ও তৃতীয় কক্ষপথে যথাক্রমে 2টি, 8টি ও 1টি অর্থাৎ মোট 11টি ইলেকট্রন ঘূর্ণায়মান অবস্থায় আছে। সুতরাং সোডিয়ামের পারমাণবিক ভর $=11+12=23$ এবং পরমাণু-ক্রমাংক 11।

(iv) ক্লোরিনের পরমাণু-কেন্দ্রে 17টি প্রোটন আছে। সুতরাং ইহার কেন্দ্র-বহির্ভূত ইলেকট্রনের সংখ্যা 17 এবং এই 17টি ইলেকট্রনের মধ্যে 2টি প্রথম কক্ষপথে, 8টি দ্বিতীয় কক্ষপথে এবং 7টি তৃতীয় বা বহির্তম কক্ষপথে ঘুরিতেছে। কিন্তু ক্লোরিনের কেন্দ্রের নিউট্রনের সংখ্যা বিভিন্ন হইতে পারে। একটিতে আছে 18টি নিউট্রন, সুতরাং ইহার ভর=17+18=35 এবং অপরটিতে আছে 20টি নিউট্রন, সুতরাং ইহার ভর=17+20=37. অতএব ক্লোরিন পরমাণুর দুইটি আইসোটোপ, একটির ভর 35 এবং অপরটির 37 কিন্তু উহাদের পরমাণু-ক্রমাংক (প্রোটন বা ইলেকট্রনের সংখ্যা) সমান বলিয়া উহাদের রাসায়নিক ধর্ম একই।

57 নং চিত্র - সোডিয়াম

একটি পরমাণু যখন আর একটি পরমাণুর সহিত রাসায়নিক সংযোগে মিলিত হয় তখন পরমাণুর বহির্তম কক্ষপথের ইলেকট্রনগুলি ইহাতে অংশ গ্রহণ করে। কোন কোন ক্ষেত্রে একটি পরমাণু উহার বহির্তম কক্ষপথের এক বা একাধিক ইলেকট্রন আর একটি পরমাণুকে দান করে এবং দ্বিতীয় পরমাণুটি এই ইলেকট্রন নিজের বহির্তম কক্ষপথে রাখে। এইরূপে তড়িৎ-যোজী যৌগ গঠিত হয়, যথা—NaCl। সোডিয়াম পরমাণু একটি ইলেকট্রন দান করে এবং ক্লোরিন পরমাণু উহা গ্রহণ করে। আবার, কোন কোন ক্ষেত্রে দুইটি পরমাণুর উভয়ই ইলেকট্রন দান করিয়া ইলেকট্রন যুগলের সৃষ্টি করিয়া কোন পদার্থ উৎপন্ন করে। এইরূপে সম-যোজী পদার্থ গঠিত হয়। দুইটি ক্লোরিন পরমাণু কিংবা দুইটি হাইড্রোজেন পরমাণু এইভাবে ক্লোরিন অণু বা হাইড্রোজেন অণু উৎপন্ন করে।

Q. 222. Write notes on :

(a) Electro-valency or ionic valency
[H. S. 1960 ; '61 [Comp.) ; '63 ; '64 ; '66 ; '67 (Comp)
'69 (Comp.) ; 71]

(b) Co-valency. [H. S. 1960 ; '61 (Comp.) ; '63 (Comp.) ;
'64 ; '66 ; '67 (Comp.) ; '69 (Comp.) ; '71]

[টীকা লিখ : (a) তড়িৎ-যোজ্যতা বা আয়নীয় যোজ্যতা, (b) সমযোজ্যতা।]

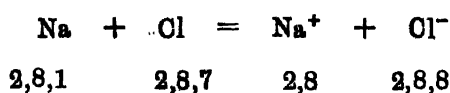
Ans. বিভিন্ন মৌলের দুইটি পরমাণু রাসায়নিক সংযোগকালে পরমাণু দুইটির

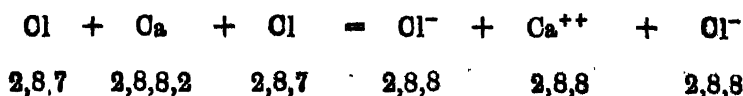
বহির্তম কক্ষপথের ইলেকট্রন রাসায়নিক সংযোগে অংশ গ্রহণ করে। হিলিয়াম, নিয়ন, আর্গন, ক্রিপ্‌টন ইত্যাদি নিষ্ক্রিয় গ্যাসগুলির কোন রাসায়নিক সক্রিয়তা নাই। হিলিয়াম ব্যতীত ইহাদের পরমাণুর বহির্তম কক্ষপথের ইলেট্রন সংখ্যা সর্বদাই 8, কেবল হিলিয়ামের ক্ষেত্রে 2। ইহাদের বহির্তম কক্ষপথ ইলেকট্রন দ্বারা সংপৃক্ত। এই গ্যাসগুলির ইলেকট্রন-বিন্যাস খুব স্থায়ী বলিয়া রাসায়নিক দিক হইতে ইহারা নিষ্ক্রিয়। অন্যান্য মৌলের পরমাণুগুলি সর্বদা এই নিষ্ক্রিয় গ্যাসের পরমাণুর গঠনের অনুরূপ স্থায়ী গঠন লাভ করিতে চেষ্টা করে। এই চেষ্টার ফলে রাসায়নিক সংযোগ ঘটে। ইহা প্রধানতঃ দুই উপায়ে সংঘটিত হয়।

(a) **তড়িৎ-যোজ্যতা**—দুইটি পরমাণুর রাসায়নিক সংযোগকালে কোন কোন ক্ষেত্রে একটি পরমাণু উহার বহির্তম কক্ষের ইলেকট্রন অপর পরমাণুটিকে দান করে এবং দ্বিতীয় পরমাণুটি এই ইলেকট্রন গ্রহণ করিয়া নিজের বহির্তম কক্ষে রাখে। পরমাণু দুইটির মধ্যে ইলেকট্রনের আদান-প্রদান এমনভাবে হয় যাহাতে উভয় পরমাণুই নিষ্ক্রিয় গ্যাসের পরমাণুর স্থায়ী গঠন লাভ করিয়া থাকে। যে পরমাণুটি ইলেকট্রন ত্যাগ করে সেইটি পরা-তড়িৎযুক্ত আয়নে এবং যে পরমাণুটি ইলেকট্রন গ্রহণ করে সেইটি অপরা-তড়িৎযুক্ত আয়নে পরিণত হয়। বিপরীত তড়িৎ-ধর্মের জন্য তড়িৎ-শক্তিতে আকৃষ্ট হইয়া আয়ন দুইটি পরস্পর যুক্ত থাকে এবং যৌগের সৃষ্টি হয়। দ্রবণে বা গলিত অবস্থায় আয়নগুলি পরস্পর হইতে সহজেই বিচ্ছিন্ন হইয়া স্বাধীনভাবে গতিশীল হয় এবং তড়িৎ পরিবহণ ক্রিয়ায় অংশ গ্রহণ করে। এই প্রকার যোজ্যতা, যাহা ইলেকট্রনের স্থানান্তরণের উপর নির্ভর করে, তাহাকে তড়িৎ-যোজ্যতা বা আয়নীয় যোজ্যতা বলে। তড়িৎ-নিরপেক্ষ পরমাণু স্থায়ী ইলেকট্রন-বিন্যাস লাভের জন্য যত সংখ্যক ইলেকট্রন ত্যাগ করে বা গ্রহণ করে তাহাই এই যোজ্যতার মাপ। তড়িৎ-যোজ্যতা দ্বারা গঠিত যৌগকে তড়িৎ-যোজী যৌগ বা 'ইলেকট্রোভ্যালেন্ট যৌগ' (electrovalent compound) বলা হয়।

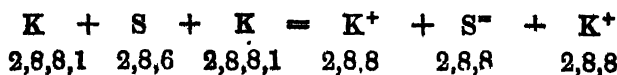
উদাহরণ—সাধারণভাবে ধাতব মৌলের বহির্তম কক্ষপথে ইলেকট্রন-সংখ্যা কম এবং অধাতব মৌলের বহির্তম কক্ষপথে ইলেকট্রন-সংখ্যা অপেক্ষাকৃত বেশী। সুতরাং ধাতব ও অধাতব মৌলের রাসায়নিক মিলনে ধাতুগুলি ইলেকট্রন ত্যাগ করে এবং অধাতব মৌল ইলেকট্রন গ্রহণ করে।

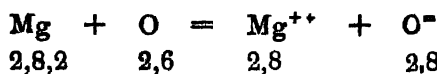
(i) সোডিয়াম পরমাণুর প্রথম, দ্বিতীয় ও তৃতীয় বা বহির্তম কক্ষপথের ইলেকট্রন-সংখ্যা যথাক্রমে 2, 8, 1 এবং ক্লোরিন পরমাণুর যথাক্রমে 2, 8, 7। রাসায়নিক সংযোগকালে এক পরমাণু সোডিয়াম উহার বহির্তম কক্ষের ইলেকট্রনটি ক্লোরিন পরমাণুকে দান করে এবং তখন ইহার বহির্তম কক্ষের ইলেকট্রন-সংখ্যা হয় 8। ক্লোরিন পরমাণু একটি ইলেকট্রন গ্রহণ করে এবং তখন উহার বহির্তম কক্ষের ইলেকট্রন সংখ্যা হয় 8। অর্থাৎ একটি ইলেকট্রনের আদান-প্রদানের ফলে সোডিয়াম ও ক্লোরিন পরমাণু উভয়ই স্থায়ী ইলেকট্রনীয় গঠন লাভ করে। একটি ইলেকট্রন ত্যাগ করিবার ফলে সোডিয়াম পরমাণু Na^+ আয়নে এবং একটি ইলেকট্রন গ্রহণ করিয়া ক্লোরিন পরমাণু Cl^- আয়নে পরিণত হয়। Na^+ আয়ন ও Cl^- আয়ন তড়িৎশক্তিতে আকৃষ্ট হইয়া যুক্ত থাকে এবং NaCl উৎপন্ন করে। সুতরাং NaCl একটি তড়িৎ-যোজী যৌগ। সোডিয়ামের পরা-তড়িৎ যোজ্যতা 1 এবং ক্লোরিনের অপরা-তড়িৎ যোজ্যতা 1।

$$\underset{2,8,1}{Na} + \underset{2,8,7}{Cl} = \underset{2,8}{Na^+} + \underset{2,8,8}{Cl^-}$$

(ii) $CaCl_2$ গঠনকালে এক পরমাণু Ca উহার বহির্তম কক্ষের দুইটি ইলেকট্রন দুইটি ক্লোরিন পরমাণুকে দেয় এবং প্রতিটি ক্লোরিন পরমাণু একটি করিয়া ইলেকট্রন গ্রহণ করে। উভয়েরই বহির্তম কক্ষে ইলেকট্রন-সংখ্যা হয় 8 এবং উহারা স্থায়ী গঠন লাভ করে। Ca^{++} এবং Cl^- তড়িৎশক্তিতে আকৃষ্ট হইয়া যুক্ত থাকে এবং তড়িৎ-যোজী $CaCl_2$ উৎপন্ন করে। ক্যালসিয়ামের পরা-তড়িৎ-যোজ্যতা 2 এবং ক্লোরিনের অপরা-তড়িৎ-যোজ্যতা 1।

$$\underset{2,8,7}{Cl} + \underset{2,8,8,2}{Ca} + \underset{2,8,7}{Cl} = \underset{2,8,8}{Cl^-} + \underset{2,8,8}{Ca^{++}} + \underset{2,8,8}{Cl^-}$$

(iii) এইরূপে K_2S গঠনকালে দুই পরমাণু পটাসিয়াম বহির্তম কক্ষের ইলেকট্রন সালফার পরমাণুকে দান করে। K-পরমাণু দুইটির বহির্তম কক্ষে একটি করিয়া ইলেকট্রন থাকে এবং এই ইলেকট্রন দানের ফলে উহাদের বহির্তম কক্ষের ইলেকট্রন সংখ্যা হয় 8 ; সালফারের বহির্তম কক্ষে 6টি ইলেকট্রন আছে এবং দুইটি পটাসিয়াম

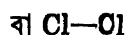
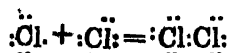
পরমাণু হইতে দুইটি ইলেকট্রন গ্রহণ করিয়া উহাদের সংখ্যা হয় 8। এইরূপে পরমাণু দুইটি স্থায়ী গঠন লাভ করে।

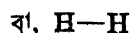
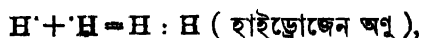
$$\underset{2,8,8,1}{K} + \underset{2,8,6}{S} + \underset{2,8,8,1}{K} = \underset{2,8,8}{K^+} + \underset{2,8,8}{S^{=}} + \underset{2,8,8}{K^+}$$

(iv) MgO গঠনকালে Mg উহার বহির্তম কক্ষপথের দুইটি ইলেকট্রন অক্সিজেন পরমাণুকে দান করে। তখন Mg-এর বহির্তম কক্ষপথের ইলেকট্রন সংখ্যা হয় 8। অক্সিজেন পরমাণু এই দুইটি ইলেকট্রন গ্রহণ করে এবং তখন ইহার বহির্তম কক্ষপথের ইলেকট্রন সংখ্যাও হয় 8। এইরূপে পরমাণু দুইটির প্রতিটি স্থায়ী গঠন লাভ করে। Mg^{++} আয়ন এবং $O^{=}$ আয়ন উৎপন্ন হয়।

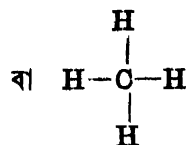
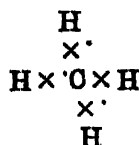
$$\underset{2,8,2}{Mg} + \underset{2,6}{O} = \underset{2,8}{Mg^{++}} + \underset{2,8}{O^{=}}$$

(b) **সমযোজ্যতা**—কোন কোন ক্ষেত্রে দুইটি পরমাণু যখন মিলিত হয় তখন উভয় পরমাণুই একটি করিয়া ইলেকট্রন দান করিয়া একটি ইলেকট্রন-যুগল (electron pair) সৃষ্টি করে। এই ইলেকট্রন-যুগল পরমাণু দুইটির মধ্যে সাধারণ (common) হিসাবে থাকে বলিয়া মনে করা হয়। নিষ্ক্রিয় গ্যাসের পরমাণুর স্থায়ী গঠন লাভের জন্য উভয় পরমাণুর এই ইলেকট্রন দুইটি প্রয়োজন বলিয়া কোন পরমাণুই এই ইলেকট্রন-যুগল পরিত্যাগ করিতে পারে না। ফলে পরমাণু দুইটি মিলিত থাকে এবং উহাদের তড়িৎমাত্রার কোনরূপ তারতম্য হয় না। প্রতিটি ইলেকট্রন-যুগল পরমাণু দুইটির মধ্যে একটি বন্ধনী (bond) রচনা করে। অনেক সময়ে দুইটি বা তিনটি ইলেকট্রন-যুগল দুইটি পরমাণুর মধ্যে বন্ধনী রচনা করে, এবং এইরূপে উভয় পরমাণু স্থায়ী গঠন লাভ করে। ইহার ফলে দ্বিবন্ধ ও ত্রিবন্ধের (double bond and triple pond) সৃষ্টি হয়। এই প্রকার যোজ্যতাকে সমযোজ্যতা (covalency) বলে এবং এই বন্ধনীকে সমযোজক বন্ধনী (covalent bond) বলা হয়। উৎপন্ন পদার্থকে সমযোজী পদার্থ (covalent substance) বলে।

উদাহরণ—(i) ক্লোরিন অণু—ক্লোরিনের মোট ইলেকট্রনের সংখ্যা 17—প্রথম কক্ষপথে 2, দ্বিতীয় কক্ষপথে 8 এবং বহির্তম কক্ষপথে 7টি ইলেকট্রন। দুইটি ক্লোরিন পরমাণু যখন ক্লোরিন অণু উৎপন্ন করে তখন উভয় পরমাণুই একটি করিয়া ইলেকট্রন

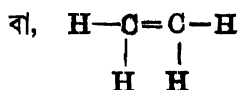
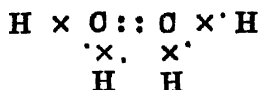
দান করিয়া একটি ইলেকট্রন-যুগল সৃষ্টি করে। এই ব্যবস্থায় দুইটি ক্লোরিন পরমাণুর বহির্তম কক্ষে ৪টি ইলেট্রনই থাকে এবং ইহারা স্থায়ী গঠন লাভ করে।

$$:\ddot{\underset{..}{Cl}}\cdot + :\ddot{\underset{..}{Cl}}: = :\ddot{\underset{..}{Cl}}:\ddot{\underset{..}{Cl}}: \qquad \text{বা } Cl—Cl$$

(ii) **হাইড্রোজেন অণু**—হাইড্রোজেন পরমাণুর একটি ইলেকট্রন আছে। হাইড্রোজেন অণু গঠনে দুইটি হাইড্রোজেন পরমাণুর প্রতিটি একটি করিয়া ইলেকট্রন দান করিয়া একটি ইলেকট্রন-যুগল সৃষ্টি করে। ইহাতে হাইড্রোজেন পরমাণু দুইটি নিষ্ক্রিয় গ্যাস হিলিয়াম পরমাণুর ইলেকট্রনীয় গঠন অর্থাৎ বহির্তম কক্ষে দুইটি ইলেকট্রন লাভ করে এবং স্থায়ী হয়।

$H\cdot + \cdot H = H : H$ (হাইড্রোজেন অণু), বা, H—H

(iii) **মিথেন অণু**—এক পরমাণু কার্বন এবং চারি পরমাণু হাইড্রোজেন লইয়া এক অণু মিথেন গঠিত। কার্বন পরামাণুর ইলেকট্রন-সংখ্যা 6—প্রথম কক্ষপথে 2টি এবং বহির্তম কক্ষপথে 4টি। হাইড্রোজেন পরমাণুর ইলেকট্রন-সংখ্যা একটি। মিথেন অণু গঠনকালে কার্বন পরমাণু বাহিরের কক্ষপথের চারিটি ইলেকট্রনের প্রতিটি হাইড্রোজেন পরমাণুর এক একটি ইলেকট্রনের সহিত মিলিয়া এক একটি করিয়া ইলেকট্রন-যুগল সৃষ্টি করে। অর্থাৎ কার্বন পরমাণু এবং প্রতিটি হাইড্রোজেন পরমাণুর মধ্যে একটি করিয়া ইলেকট্রন-যুগল থাকে। এইরূপে কার্বন পরমাণু বাহিরের কক্ষপথে 8টি এবং হাইড্রোজেন পরমাণু 2টি ইলেকট্রন লাভ করিয়া স্থায়ী গঠন লাভ করে।

```
    H                      H
    ×·                     |
H × ·C × H        বা   H — C — H
    ×·                     |
    H                      H
```

(iv) **ইথিলীনের অণু**—এক অণু ইথিলীন দুই পরমাণু কার্বন এবং চারি পরমাণু হাইড্রোজেন লইয়া গঠিত। দুইটি কার্বন পরমাণু উহাদের দুইটি করিয়া ইলেকট্রন দান করিয়া উহাদের মধ্যে দুইটি ইলেকট্রন-যুগল (বা একটি দ্বি-বন্ধ) সৃষ্টি করে। দুইটি করিয়া হাইড্রোজেন পরমাণু এক একটি কার্বন পরমাণুর সহিত

দুইটি ইলেকট্রন যুগল সৃষ্টি করে। এইরূপ কার্বনের পরমাণুর বাহিরের কক্ষপথে 8টি এবং হাইড্রোজেন পরমাণুর 2টি ইলেকট্রন থাকে।

```
H × C : : C ×˙H          বা, H—C=C—H
   ˙×.   ×˙                   |  |
    H    H                    H  H
```

Q. 223 Give the electronic explanation of the formation of the molecules of the following substances. Mention the type of valency exhibited in each case.

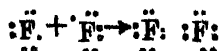
[নিম্নলিখিত পদার্থগুলির অণুর গঠনের ইলেকট্রনীয় ব্যাখ্যা দাও। কি কি যোজ্যতার ফলে অণুগুলি গঠিত হয় তাহা উল্লেখ কর।]

(a) Hydrogen, chlorine, [1970 (Comp.)] fluorine, oxygen, nitrogen, water, [1970 (Comp.)] ammonia, hydrogen chloride, methane, ethylene, carbon dioxide.

(b) Sodium chloride [H. S. 1970 (Comp.)] sodium fluoride, magnesium oxide, sodium oxide, calcium chloride, calcium sulphide.

Ans. হাইড্রোজেন, ক্লোরিন, মিথেন, ইথিলীন ইহাদের প্রত্যেকটি সম-যোজ্যতার ফলে উৎপন্ন হয়। ব্যাখ্যার জন্য 222 (b) নং প্রশ্নোত্তরের উদাহরণ দেখ।

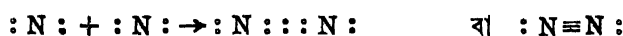
ফ্লোরিন—ফ্লোরিনের পরমাণু-ক্রমাংক বা ইলেকট্রন সংখ্যা 9—প্রথম কক্ষপথে 2 এবং বহির্তম কক্ষপথে 7টি। ফ্লোরিন অণু উৎপাদন কালে দুইটি পরমাণু একটি করিয়া ইলেকট্রন দান করিয়া একটি ইলেকট্রন যুগল সৃষ্টি করে। ইহাতে দুইটি ফ্লোরিন পরমাণুই বহির্তম কক্ষে 8টি ইলেকট্রন লইয়া স্থায়ী গঠন লাভ করে।

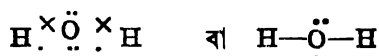
$$:\ddot{\underset{..}{F}}. + \dot{}\ddot{\underset{..}{F}}: \rightarrow :\ddot{\underset{..}{F}}:\ddot{\underset{..}{F}}: \qquad \text{বা } F—F$$

অক্সিজেন—অক্সিজেন পরমাণুর ইলেকট্রন সংখ্যা 8—প্রথম কক্ষপথে 2 এবং বহির্তম কক্ষপথে 6টি। অক্সিজেন অণু উৎপাদন কালে দুইটি অক্সিজেন পরমাণু প্রত্যেকটি দুইটি করিয়া ইলেকট্রন দান করিয়া দুইটি ইলেকট্রন-যুগল (বা একটি দ্বি-বন্ধ) সৃষ্টি

করে। ইহাতে অক্সিজেন পরমাণু দুইটিই বহির্তম কক্ষপথে 8টি করিয়া ইলেকট্রন পাইয়া স্থায়ী গঠন লাভ করে।

$$:\ddot{O} + :\ddot{O} \rightarrow \ddot{O} :: \ddot{O} \qquad \text{বা} \quad \ddot{O}=\ddot{O}$$

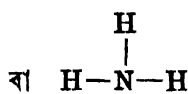
নাইট্রোজেন—নাইট্রোজেন পরমাণুর ইলেকট্রন-সংখ্যা 7—প্রথম কক্ষপথে 2 এবং বহির্তম কক্ষপথে 5টি। নাইট্রোজেনের অণু গঠনকালে দুইটি নাইট্রোজেন পরমাণুর প্রতিটি তিনটি করিয়া ইলেকট্রন দান করিয়া তিনটি ইলেকট্রন-যুগল (বা একটি ত্রিবন্ধ) সৃষ্টি করে। ইহাতে নাইট্রোজেন পরমাণু দুইটি বহির্তম কক্ষপথে 8টি করিয়া ইলেকট্রন পাইয়া স্থায়ী গঠন লাভ করে।

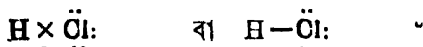
$$:N: + :N: \rightarrow :N:::N: \qquad \text{বা} \quad :N \equiv N:$$

জল—এক অণু জল দুই পরমাণু হাইড্রোজেন এবং এক পরমাণু অক্সিজেন লইয়া গঠিত। হাইড্রোজেন পরমাণুর একটি ইলেকট্রন এবং অক্সিজেন পরমাণুর বহির্তম কক্ষপথে 6টি ইলেকট্রন আছে। অক্সিজেন পরমাণুর একটি ইলেকট্রন একটি

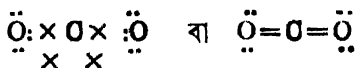
$$H \overset{\times}{.} \ddot{O} \overset{\times}{.} H \qquad \text{বা} \quad H—\ddot{O}—H$$

হাইড্রোজেন পরমাণুর ইলেকট্রনের সহিত একটি ইলেকট্রন-যুগল এবং অক্সিজেন পরমাণুর আর একটি ইলেকট্রন অপর হাইড্রোজেনের ইলেকট্রনের সহিত আর একটি ইলেকট্রন-যুগল সৃষ্টি করে। ইহাতে অক্সিজেন পরমাণু বহির্তম কক্ষপথে 8টি ইলেকট্রন লাভ করে এবং হাইড্রোজেন দুইটি ইলেকট্রন লাভ করিয়া স্থায়ী গঠন আয়ত্ত করে।

অ্যামোনিয়া—এক অণু অ্যামোনিয়া এক পরমাণু নাইট্রোজেন এবং তিন পরমাণু হাইড্রোজেন লইয়া গঠিত। নাইট্রোজেন পরমাণুর ইলেকট্রন-সংখ্যা 7—প্রথম কক্ষে 2, বাহিরের কক্ষে 5টি এবং হাইড্রোজেনের ইলেকট্রন একটি। নাইট্রোজেন পরমাণুর ইলেকট্রনের এক একটি হাইড্রোজেন পরমাণুর একটি করিয়া ইলেকট্রনের সহিত ইলেকট্রন-যুগল সৃষ্টি করে। অর্থাৎ নাইট্রোজেন পরমাণু ও প্রতিটি হাইড্রোজেন পরমাণুর মধ্যে একটি করিয়া মোট তিনটি ইলেকট্রন-যুগল থাকে।

এইরূপে নাইট্রোজেনের বাহিরের কক্ষে 8টি এবং হাইড্রোজেনের 2টি ইলেকট্রন থাকে।

$$\begin{array}{c} H \\ \times . \\ H \times \underset{..}{N} \times H \end{array} \quad \text{বা} \quad \begin{array}{c} H \\ | \\ H-\underset{..}{N}-H \end{array}$$

হাইড্রোজেন ক্লোরাইড—এক পরমাণু হাইড্রোজেন এবং এক পরমাণু ক্লোরিন লইয়া এক অণু হাইড্রোজেন ক্লোরাইড গঠিত। ক্লোরিনের বহির্তম কক্ষে 7টি এবং হাইড্রোজেনের 1টি ইলেকট্রন। হাইড্রোজেন ক্লোরাইড অণু গঠনে হাইড্রোজেন একটি এবং ক্লোরিন একটি ইলেকট্রন দান করিয়া একটি ইলেকট্রন-যুগল সৃষ্টি করে। ফলে ক্লোরিনের বহির্তম কক্ষে 8টি এবং হাইড্রোজেনের 2টি ইলেকট্রন থাকে।

$$H \times \underset{..}{\ddot{Cl}}: \quad \text{বা} \quad H-\underset{..}{\ddot{Cl}}:$$

কার্বন ডাই-অক্সাইড—এক পরমাণু কার্বন এবং দুই পরমাণু অক্সিজেন লইয়া কার্বন ডাই-অক্সাইড অণু গঠিত। কার্বনের বাহিরের কক্ষপথে 4টি এবং অক্সিজেনের 6টি ইলেকট্রন। একটি অক্সিজেন পরমাণু দুইটি ইলেকট্রন এবং কার্বন-পরমাণু দুইটি ইলেকট্রন দান করিয়া দুইটি ইলেকট্রন-যুগল সৃষ্টি করে। আর একটি অক্সিজেন পরমাণু দুইটি ইলেকট্রন এবং কার্বন পরমাণুটি দুইটি ইলেকট্রন দান করিয়া আরও দুইটি ইলেকট্রন-যুগলের সৃষ্টি হয়। ফলে কার্বন ও অক্সিজেন পরমাণু উভয়েরই বাহিরের কক্ষে 8টি করিয়া ইলেকট্রন থাকে। অক্সিজেন দুইটি দ্বি বন্ধ দ্বারা কার্বনের সহিত যুক্ত হয়।

$$\underset{..}{\ddot{O}}: \underset{\times}{\times} C \underset{\times}{\times} :\underset{..}{\ddot{O}} \quad \text{বা} \quad \underset{..}{\ddot{O}}=C=\underset{..}{\ddot{O}}$$

দ্রষ্টব্য : ক্লোরিন, অক্সিজেন, নাইট্রোজেন, জল, অ্যামোনিয়া, হাইড্রোজেন ক্লোরাইড, কার্বন ডাই-অক্সাইড, এই পদার্থগুলির প্রতিটি সমযোজ্যতার সাহায্যে উৎপন্ন হইয়াছে এবং ইহারা সমযোজী পদার্থ।

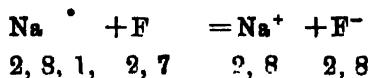
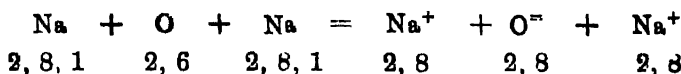
(b) সোডিয়াম ক্লোরাইড, ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড, ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড যৌগগুলি তড়িৎ-যোজ্যতার ফলে উৎপন্ন হয়। ব্যাখ্যার জন্য 222(a) নং প্রশ্নোত্তর দেখ।

সোডিয়াম ক্লোরাইড—সোডিয়াম পরমাণুর ইলেকট্রন-বিন্যাস—প্রথম কক্ষে 2,

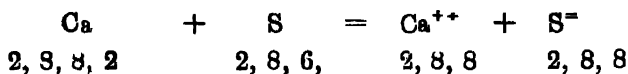
দ্বিতীয় কক্ষে 8 এবং বহির্তম কক্ষে একটি ইলেকট্রন। ফ্লোরিন পরমাণুর ইলেকট্রন-বিন্যাস—প্রথম কক্ষে 2, বাহিরের কক্ষে 7টি ইলেকট্রন। সোডিয়াম ফ্লোরাইড-অণুর গঠনকালে সোডিয়াম পরমাণু একটি ইলেকট্রন ফ্লোরিন পরমাণুকে দান করে। সোডিয়ামের বাহিরের কক্ষে তখন 8টি ইলেকট্রন থাকে। ফ্লোরিন পরমাণু এই ইলেকট্রনটি গ্রহণ করে এবং তখন উহার বাহিরের কক্ষের ইলেকট্রন-সংখ্যা 8 হয়। এইরূপে দুই পরমাণুই স্থায়ী গঠন লাভ করে। সোডিয়াম একটি ইলেকট্রন হারাইয়া সোডিয়াম আয়নে (Na^+) পরিণত হয় এবং ফ্লোরিন পরমাণু একটি ইলেকট্রন গ্রহণ করিয়া ফ্লোরাইড (F^-) আয়নে পরিণত হয়। বিপরীত তড়িৎ-যুক্ত Na^+ এবং F^- আয়ন তড়িৎশক্তিতে যুক্ত থাকে।

$$\underset{2,\,8,\,1,}{Na^{\bullet}} + \underset{2,\,7}{F} = \underset{2,\,8}{Na^+} + \underset{2,\,8}{F^-}$$

সোডিয়াম অক্সাইড—সংকেত :—

$$\underset{2,\,8,\,1}{Na} + \underset{2,\,6}{O} + \underset{2,\,8,\,1}{Na} = \underset{2,\,8}{Na^+} + \underset{2,\,8}{O^=} + \underset{2,\,8}{Na^+}$$

দুইটি সোডিয়াম পরমাণু অক্সিজেন পরমাণুকে দুইটি ইলেকট্রন দেয় এবং অক্সিজেন পরমাণু ইহা গ্রহণ করে। ইহাতে উভয় পরমাণুই স্থায়ী গঠন লাভ করে। এখানে সোডিয়ামের পরা-তড়িৎ যোজ্যতা 1 এবং অক্সিজেনের অপরা তড়িৎ-যোজ্যতা 2।

ক্যালসিয়াম সালফাইড—সংকেত :—

$$\underset{2,\,8,\,8,\,2}{Ca} + \underset{2,\,8,\,6,}{S} = \underset{2,\,8,\,8}{Ca^{++}} + \underset{2,\,8,\,8}{S^=}$$

ক্যালসিয়াম পরমাণু দুইটি ইলেকট্রন ত্যাগ করিয়া Ca^{++} আয়ন এবং সালফার পরমাণু দুইটি ইলেকট্রন গ্রহণ করিয়া $S^=$ আয়ন উৎপন্ন করে। উভয় পরমাণুর বহির্তম কক্ষের ইলেকট্রন-সংখ্যা হয় 8। ক্যালসিয়ামের পরা তড়িৎ-যোজ্যতা 2 এবং সালফাইডের অপরা তড়িৎ-যোজ্যতা 2।

Q. 224 What are electrovalent and covalent compounds? Give examples. State briefly the differences between electrovalent and covalent compounds.

[ইলেকট্রোভ্যালেন্ট বা তড়িৎ-যোজী যৌগ এবং কোভ্যালেন্ট বা সমযোজী যৌগ

কাহাকে বলে ? উদাহরণ দাও। এই দুই জাতীয় যৌগের মধ্যে পার্থক্য সংক্ষেপে বর্ণনা কর।]

Ans. তড়িৎ-যোজী ও সমযোজী যৌগ—222নং প্রশ্নোত্তর দেখ।

উদাহরণ—সোডিয়াম ক্লোরাইড, ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড, পটাসিয়াম সালফাইড ইত্যাদি তড়িৎযোজী যৌগ। (ইহাদের ইলেকট্রনীয় গঠন বর্ণনা কর।) জল, অ্যামোনিয়া, হাইড্রোজেন ক্লোরাইড ইত্যাদি সমযোজী যৌগ। (ইহাদের ইলেকট্রনীয় গঠন বর্ণনা কর। 223নং প্রশ্নোত্তর দেখ।)

ধর্মের পার্থক্য :—

তড়িৎ-যোজী যৌগ (electrovalent compounds)	সমযোজী যৌগ (covalent compounds)
(i) তড়িৎ-যোজী যৌগগুলি গলিত বা দ্রবীভূত অবস্থায় আয়নিত হয় এবং তড়িৎ পরিবহণ করে। অর্থাৎ ইহারা তড়িৎ-বিশ্লেষ্য (electrolyte)।	(i) সমযোজী যৌগগুলি গলিত বা দ্রবীভূত অবস্থায় আয়ন উৎপন্ন করে না। ইহারা তড়িৎ-বিশ্লেষ্য নহে।
(ii) তড়িৎ-যোজী যৌগিক পদার্থে বিপরীত তড়িৎযুক্ত আয়নের মধ্যে আকর্ষণ শক্তি খুব বেশী। ইহারা অপেক্ষাকৃত উচ্চ তাপমাত্রায় গলে এবং ইহারা অনুদ্বায়ী।	(ii) সমযোজী যৌগগুলি উদ্বায়ী। উহাদের গলনাংক ও স্ফুটনাংক অপেক্ষাকৃত কম।
(iii) জৈব-তরল পদার্থে ইহারা সাধারণতঃ অদ্রাব্য কিন্তু উহাদের অনেকগুলিই জলে দ্রবীভূত হয়।	(iii) সমযোজী যৌগগুলি সাধারণতঃ জলে অদ্রাব্য কিন্তু জৈব তরলে দ্রাব্য।

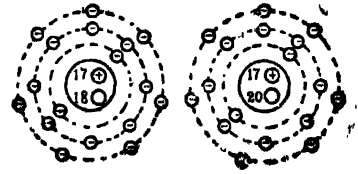
225. Write a short note on isotopes.

[H. S. 1964 ; 1967 (Comp.) ; '70 (Comp.) ; '71]

[একস্থানিক সম্বন্ধে একটি সংক্ষিপ্ত টীকা লিখ।]

Ans. একস্থানিক বা আইসোটোপ্ : একই পরমাণু-ক্রমাংক-বিশিষ্ট অর্থাৎ পরমাণু কেন্দ্রে একই সংখ্যক প্রোটন সমন্বিত এবং বিভিন্ন ভরযুক্ত ভিন্ন ভিন্ন পরমাণুকে **একস্থানিক** বা **আইসোটোপ্** (isotope) বলে। পরমাণু-ক্রমাংকের

উপর মৌলের রাসায়নিক ধর্ম নির্ভর করে। সুতরাং আইসোটোপগুলির ধর্ম একই। মৌলের প্রতিটি পরমাণুর কেন্দ্রে প্রোটন-সংখ্যা নির্দিষ্ট। কিন্তু উহাতে নিউট্রন-সংখ্যা বিভিন্ন হইতে পারে। পরমাণু-কেন্দ্রের বিভিন্ন সংখ্যক নিউট্রনই একই মৌলের বিভিন্ন ভর-বিশিষ্ট পরমাণু সৃষ্টি করে। অর্থাৎ আইসোটোপের অস্তিত্বের কারণ, একই পরমাণু-কেন্দ্রে বিভিন্ন সংখ্যক নিউট্রনের অবস্থান।

উদাহরণ—(i) সাধারণ ক্লোরিনের মধ্যে 35 ও 37 ভর-বিশিষ্ট দুই প্রকার পরমাণু আছে। ক্লোরিনের পরমাণু-ক্রমাংক 17, সুতরাং প্রতিটি আইসোটোপের পরমাণু-কেন্দ্রে 17টি প্রোটন আছে। কিন্তু 35 ভর-বিশিষ্ট আইসোটোপে 18টি নিউট্রন এবং 37 ভর-বিশিষ্ট আইসোটোপে 20টি নিউট্রন থাকে। সাধারণ ক্লোরিনে এই দুইটি আইসোটোপ এরূপ অনুপাতে থাকে যাহাতে ইহাদের ওজনের গড় হিসাবে ক্লোরিনের পারমাণবিক ওজন হয় 35·457। (ii) হাইড্রোজেনের তিনটি আইসোটোপ—সাধারণ হাইড্রোজেন, ভারী হাইড্রোজেন (heavy hydrogen) বা ডয়টেরিয়াম (deuterium) এবং ট্রাইটিয়াম (tritium)। প্রত্যেকটির কেন্দ্রে একটি করিয়া প্রোটন আছে। সাধারণ হাইড্রোজেনের কেন্দ্রে নিউট্রন নাই, ডয়টেরিয়ামের কেন্দ্রে একটি নিউট্রন ও ট্রাইটিয়ামের কেন্দ্রে 2টি নিউট্রন আছে। সুতরাং ইহাদের পারমাণবিক ওজন যথাক্রমে 1, 2 ও 3। (iii) পটাসিয়ামের পরমাণু-ক্রমাংক 19 কিন্তু ইহার তিন রকমের পরমাণু আছে, যাহাদের ওজন যথাক্রমে 39, 40, 41। একটির কেন্দ্রে 19টি প্রোটন+20 নিউট্রন, দ্বিতীয়টির কেন্দ্রে 19টি প্রোটন+21টি নিউট্রন এবং তৃতীয়টির কেন্দ্রে 19টি প্রোটন+22টি নিউট্রন।

58নং চিত্র—ক্লোরিনের আইসোটোপ

59নং চিত্র—হাইড্রোজেনের আইসোটোপ

অনেক মৌলেরই আইসোটোপ আছে। ইহারা একই রাসায়নিক ধর্ম-বিশিষ্ট হওয়ায় রাসায়নিক উপায়ে ইহাদের সহজে পৃথক করা যায় না।

Q. 226. (a) An atom of an element contains 11 protons and 12 neutrons in its nucleus. What is its (i) atomic weight, (ii) atomic number ? How many electrons does the atom contain and how are these electrons arranged in the atom ?

Show how this atom may combine chemically with an atom of fluorine. (At. no. = 9) [Final, 1961 (Comp)]

(b) The atomic weight of an element is 40 and its atomic number is 19. What is the number of neutrons in the nucleus of the atom of the element ?

(c) Distinguish between hydrogen atom, hydrogen molecule and hydrogen ion.

(d) What are the structures of atoms of the following isotopes ? [H. S. 1972]

[নিম্নলিখিত আইসোটোপগুলির পরমাণুর গঠন কিরূপ হইবে ?]

(i) Chlorine (isotopic weight : 37, atomic number : 17)

[ক্লোরিন (আইসোটোপ-ভর : 37, পরমাণু-ক্রমাংক : 17)]

(ii) Carbon (isotopic weight : 14, atomic number : 6)

[কার্বন (আইসোটোপ-ভর-সংখ্যা : 14, পরমাণু-ক্রমাংক 6)]

Ans (a) পরমাণুর ওজন = পরমাণু-কেন্দ্রের প্রোটন ও নিউট্রনের ওজন, কারণ ইলেকট্রনের ওজন ইহাদের ওজনের তুলনায় নগণ্য। প্রোটন এবং নিউট্রনের ভর সমান—উভয়েরই ভর হাইড্রোজেনের পরমাণুর ভরের সমান। সুতরাং মৌলটির পারমাণবিক ওজন = 11 + 12 = 23। পরমাণু-ক্রমাংক পরমাণু-কেন্দ্রের প্রোটনের সংখ্যার সমান। সুতরাং মৌলটির পরমাণু-ক্রমাংক = 11।

মৌলটির পরমাণুতে 11টি প্রোটন আছে। যেহেতু পরমাণু তড়িৎ-নিরপেক্ষ, সুতরাং উহাতে 11টি ইলেকট্রন আছে। এই 11টি ইলেকট্রনের 2টি ইলেকট্রন প্রথম কক্ষপথে, 8টি দ্বিতীয় কক্ষপথে এবং তৃতীয় বা বহির্তম কক্ষপথে 1টি।

শেষাংশের জন্য 223নং প্রশ্নোত্তরের NaF দেখ।

(b) পরমাণু-ক্রমাংক = পরমাণু-কেন্দ্রের প্রোটন-সংখ্যা বা কেন্দ্র-বহির্ভূত ইলেকট্রন সংখ্যা = 19।

পারমাণবিক ওজন = পরমাণু-কেন্দ্রে প্রোটন-সংখ্যা + উহাতে নিউট্রন সংখ্যা,

∴ 40 = 19 + পরমাণু কেন্দ্রে নিউট্রন-সংখ্যা।

∴ মৌলের নিউট্রন-সংখ্যা = 40 − 19 = 21.

(c) হাইড্রোজেন পরমাণুর জন্য 221 নং, অণুর জন্য 222 (b) নং প্রশ্নোত্তর দেখ। হাইড্রোজেন-পরমাণুর ইলেকট্রন অপসারিত হইলে H^+ আয়ন উৎপন্ন হয়।

(d) ক্লোরিনের আইসোটোপের ভর = 37, পরমাণু-ক্রমাংক = 17। সুতরাং উহার পরমাণুকেন্দ্রে প্রোটন আছে 17টি এবং নিউট্রন আছে (37 − 17) অর্থাৎ 20টি। কেন্দ্র-বহির্ভূত ইলেকট্রনের সংখ্যা = 17 এবং উহাদের বিন্যাস প্রথম কক্ষপথে 2টি, দ্বিতীয় কক্ষপথে 8টি এবং তৃতীয় কক্ষপথে 7টি।

(ii) কার্বন-আইসোটোপের ভর = 14, পরমাণু-ক্রমাংক = 6। সুতরাং উহার পরমাণু-কেন্দ্রে প্রোটন আছে 6টি এবং নিউট্রন আছে (14 − 6) অর্থাৎ 8টি। কেন্দ্র-বহির্ভূত ইলেকট্রনের সংখ্যা = 6 এবং উহাদের বিন্যাস প্রথম কক্ষপথে 2টি এবং দ্বিতীয় কক্ষপথে 4টি।

Q. 227. How does Dalton's conception of an atom differ from our modern conception ?

[পরমাণুর গঠন সম্পর্কে ডালটনের মতবাদ ও আধুনিক মতবাদের মধ্যে পার্থক্য কি ?]

Ans. ডালটনের পরমাণুবাদ অনুসারে পরমাণু হইল পদার্থের ক্ষুদ্রতম অবিভাজ্য অংশ। কিন্তু নানাবিধ পরীক্ষার ফলে ইহা প্রমাণিত হইয়াছে যে পরমাণু অবিভাজ্য নহে—ইহা ইলেকট্রন, প্রোটন, নিউট্রন ইত্যাদি কতকগুলি ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র কণিকা লইয়া গঠিত। [এখানে পরমাণুর মধ্যে প্রোটন, ইলেকট্রন ও নিউট্রনের অবস্থান সংক্ষেপে বর্ণনা কর। 219, 221 নং প্রশ্নোত্তর দেখ।] (ii) ডালটনের মতবাদ অনুসারে প্রতিটি মৌলের পারমাণবিক ওজন নির্দিষ্ট। কিন্তু এখন দেখা গিয়াছে যে একই মৌল বিভিন্ন পারমাণবিক ওজন-বিশিষ্ট হইতে পারে। [এখানে উদাহরণ ও কারণসহ একস্থানিকের সম্বন্ধে সংক্ষিপ্ত আলোচনা কর। 225 নং প্রশ্নোত্তর দেখ।] আবার, বিভিন্ন পরমাণু-ক্রমাংকবিশিষ্ট মৌলের একই পারমাণবিক ওজন থাকিতে পারে; ইহাকে isobar বলে। (iii, আধুনিক মতবাদ অনুসারে পরমাণুর মধ্যে ইলেকট্রনের

আদান-প্রদানের ফলে রাসায়নিক ক্রিয়া ঘটে এবং পরমাণুর বহির্তম কক্ষের ইলেকট্রন ইহাতে অংশ গ্রহণ করে। [এখানে উদাহরণসহ তড়িৎ-যোজ্যতা ও সমযোজ্যতা সংক্ষেপে বুঝাইয়া বল। 222 নং প্রশ্নোত্তর দেখ।] ইলেকট্রনীয় মতবাদ অনুসারে মৌলের সংজ্ঞা এইরূপ—যে পদার্থ একই পরমাণু-ক্রমাংকবিশিষ্ট পরমাণু লইয়া গঠিত অর্থাৎ যে পদার্থের পরমাণুর কেন্দ্রে (nucleus) পরা-তড়িৎমাত্রা একই তাহাকে মৌল বলে।

পরমাণু পদার্থের ক্ষুদ্রতম অবিভাজ্য অংশ যাহা রাসায়নিক ক্রিয়ায় অংশ গ্রহণ করে—ডালটনের এই মতবাদ, পরমাণুর জটিল গঠন সত্ত্বেও, এখনও অপরিবর্তিত আছে।

Q. 228. (a) Explain the following terms in the light of electronic theory :—

(i) Oxidation and reduction.

[H. S. 1963 (Comp.) ; '65, '66, '67 (Comp.) ; '69, '71 (Comp.)]

(ii) Oxidising agent and reducing agent.

(b) Show that oxidation and reduction occur together (i.e. the two processes are complimentary.)

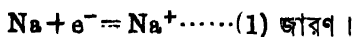
[ইলেকট্রনীয় মতবাদ অনুসারে সংজ্ঞা লিখ—(a)(i) জারণ ও বিজারণ ; (ii) জারক ও বিজারক পদার্থ। (b) দেখাও, জারণ-বিজারণ একই সঙ্গে ঘটে।]

Ans. জারণ ও বিজারণ—পরমাণুর মধ্যে ইলেকট্রনের আদান-প্রদানের ফলে রাসায়নিক ক্রিয়া ঘটে এবং পরমাণুর বহির্তম কক্ষের ইলেকট্রন ইহাতে অংশ-গ্রহণ করিয়া থাকে। সুতরাং রাসায়নিক ক্রিয়ার ফলে কোন কোন মৌলের পরমাণুর ইলেকট্রন-সংখ্যা হ্রাস পায় এবং কোন কোন মৌলের পরমাণুর ইলেকট্রন-সংখ্যা বৃদ্ধি পায়।

যে রাসায়নিক ক্রিয়ায় পরমাণু বা আয়নের ইলেকট্রন-সংখ্যা হ্রাস হয় তাহাকে **জারণ** বলে এবং যে রাসায়নিক ক্রিয়ায় পরমাণু বা আয়নের ইলেকট্রন-সংখ্যা বৃদ্ধি হয় তাহাকে **বিজারণ** বলে।

জারক পদার্থ ও বিজারক পদার্থ—যে পদার্থ রাসায়নিক ক্রিয়ায় ইলেকট্রন গ্রহণ করে তাহাকে **জারক পদার্থ** বলে এবং যে পদার্থ ইলেকট্রন ত্যাগ করে তাহাকে **বিজারক পদার্থ** বলে।

উদাহরণ—(i) সোডিয়াম ও ক্লোরিনের বিক্রিয়ায় সোডিয়াম ক্লোরাইড উৎপন্ন হয়। সোডিয়াম-পরমাণু একটি ইলেকট্রন ত্যাগ করিয়া সোডিয়াম-আয়নে পরিণত হয়। এখানে Na-পরমাণু জারিত হইয়াছে।

$$Na + e^- = Na^+ \cdots\cdots(1) \text{ জারণ।}$$

ক্লোরিন-পরমাণু এই ইলেকট্রনটি গ্রহণ করিয়া ক্লোরাইড-আয়নে (Cl^-) পরিণত হয়। এখানে Cl-পরমাণু বিজারিত হইয়াছে।

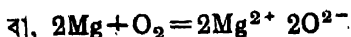
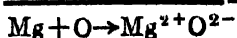
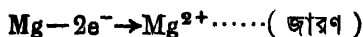
$$Cl + e^- \rightarrow Cl^- \cdots\cdots(2) \text{ বিজারণ।}$$

(1) ও (2)-কে দুই দ্বারা গুণ করিয়া যোগ করিলে, বিক্রিয়ার সমীকরণটি দাঁড়ায় এইরূপ : $2Na + Cl_2 \rightarrow 2Na^+ + 2Cl^-$

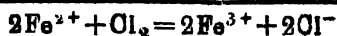
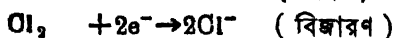
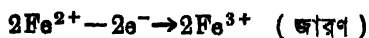
এই বিক্রিয়ায় ক্লোরিন পরমাণু ইলেকট্রন গ্রহণ করিয়াছে, সুতরাং ক্লোরিন জারক পদার্থ। সোডিয়াম-পরমাণু ইলেকট্রন ত্যাগ করিয়াছে, সুতরাং সোডিয়াম বিজারক পদার্থ।

(ii) ম্যাগনেসিয়াম অক্সিজেনে দহনের ফলে ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড উৎপন্ন হয়। Mg-পরমাণু দুইটি ইলেকট্রন ত্যাগ করে এবং এক পরমাণু অক্সিজেন ঐ দুইটি ইলেকট্রন গ্রহণ করে। এখানে Mg পরমাণুর ইলেকট্রন-সংখ্যা হ্রাস হইয়াছে, সুতরাং Mg জারিত হইয়াছে ; অক্সিজেন-পরমাণুর ইলেকট্রন-সংখ্যা বৃদ্ধি পাইয়াছে, সুতরাং অক্সিজেন বিজারিত হইয়াছে। ম্যাগনেসিয়াম বিজারক দ্রব্য এবং অক্সিজেন জারক দ্রব্য।

$$Mg - 2e^- \rightarrow Mg^{2+} \cdots\cdots(\text{ জারণ })$$
$$O + 2e^- \rightarrow O^- \cdots\cdots\cdots(\text{ বিজারণ })$$
$$\overline{Mg + O \rightarrow Mg^{2+}O^{2-}}$$

বা, $2Mg + O_2 = 2Mg^{2+}\ 2O^{2-}$

(iii) ফেরাস ক্লোরাইড-দ্রবণে ক্লোরিন প্রবাহিত করিলে ইহা ফেরিক ক্লোরাইডে পরিণত হয়। প্রতিটি ফেরাস আয়ন একটি ইলেকট্রন ত্যাগ করিয়া ফেরিক আয়নে পরিণত হয়। সুতরাং ইহা জারিত হইয়াছে। আয়রনের যোজ্যতা 2 হইতে 3-এ বৃদ্ধি পাইয়াছে।

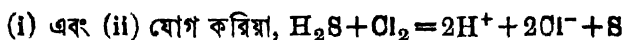
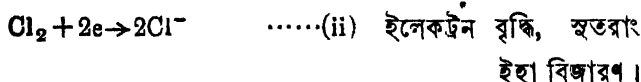
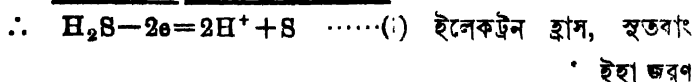
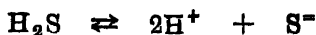
ক্লোরিন-পরমাণু এই ইলেকট্রন গ্রহণ করিয়া ক্লোরাইডে বিজারিত হয়।

$$2Fe^{2+} - 2e^- \rightarrow 2Fe^{3+} \quad (\text{জারণ})$$
$$Cl_2 \quad + 2e^- \rightarrow 2Cl^- \quad (\text{বিজারণ})$$
$$\overline{2Fe^{2+} + Cl_2 = 2Fe^{3+} + 2Cl^-}$$

(iv) হাইড্রোজেন সালফাইড ও ক্লোরিনের বিক্রিয়ায় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড ও সালফার উৎপন্ন হয়।

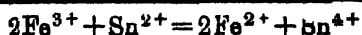
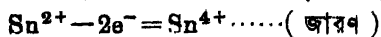
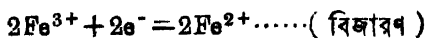
$$H_2S \rightleftharpoons 2H^+ + S^=$$
$$S^= - 2e = S$$

$\therefore$ $H_2S - 2e = 2H^+ + S$ ......(i) ইলেকট্রন হ্রাস, সুতরাং ইহা জারণ

$Cl_2 + 2e \rightarrow 2Cl^-$ ......(ii) ইলেকট্রন বৃদ্ধি, সুতরাং ইহা বিজারণ।

(i) এবং (ii) যোগ করিয়া, $H_2S + Cl_2 = 2H^+ + 2Cl^- + S$

(v) ফেরিক ক্লোরাইডের সহিত স্ট্যানাস ক্লোরাইডের বিক্রিয়ায় ফেরাস ক্লোরাইড ও স্ট্যানিক ক্লোরাইড উৎপন্ন হয়।

ফেরিক আয়ন একটি ইলেকট্রন গ্রহণ করিয়া ফেরাস আয়নে পরিণত হয়; $Fe^{3+} + e^- \rightarrow Fe^{2+}$; সুতরাং ইহা বিজারণ। স্ট্যানাস আয়ন দুইটি ইলেকট্রন পরিত্যাগ করিয়া স্ট্যানিক আয়নে পরিণত হয়। $Sn^{2+} - 2e^- \rightarrow Sn^{4+}$; সুতরাং ইহা জারণ ক্রিয়া। এইটি Sn^{2+} আয়ন দুইটি ইলেকট্রন ত্যাগ করে এবং দুইটি ইলেকট্রন গ্রহণের জন্য দুইটি ফেরিক আয়নের প্রয়োজন। সুতরাং

$$2Fe^{3+} + 2e^- = 2Fe^{2+} \ldots\ldots (\text{বিজারণ})$$
$$Sn^{2+} - 2e^- = Sn^{4+} \ldots\ldots (\text{জারণ})$$
$$\overline{2Fe^{3+} + Sn^{2+} = 2Fe^{2+} + Sn^{4+}}$$

এখানে ফেরিক আয়ন ইলেকট্রন গ্রহণ করিয়াছে, সুতরাং ইহা জারক দ্রব্য। স্ট্যানাস আয়ন ইলেকট্রন ত্যাগ করিয়াছে, সুতরাং ইহা বিজারক দ্রব্য।

(n) জারণ ও বিজারণ সর্বদা একই সঙ্গে ঘটিয়া থাকে। জারিত পদার্থের পরিত্যক্ত ইলেকট্রন বিজারিত পদার্থ গ্রহণ করে। (i) নং উদাহরণে Na-পরমাণু

ইলেকট্রন পরিত্যাগ করিয়া জারিত হইয়াছে এবং Cl-পরমাণু এই পরিত্যক্ত ইলেকট্রন গ্রহণ করিয়া বিজারিত হইয়াছে। (ii) নং উদাহরণে Mg পরমাণু ইলেকট্রন ত্যাগ করিয়া জারিত হইয়াছে এবং অক্সিজেন পরমাণু এই পরিত্যক্ত ইলেকট্রন গ্রহণ করিয়া বিজারিত হইয়াছে। (iii) নং উদাহরণে ফেরাস আয়ন ইলেকট্রন ত্যাগ করিয়া জারিত হইয়াছে এবং ক্লোরিন পরমাণু ইলেকট্রন গ্রহণ করিয়া বিজারিত হইয়াছে। (iv) নং উদাহরণে H_2S ইলেকট্রন ত্যাগ করিয়া জারিত হইয়াছে এবং ক্লোরিন ইলেকট্রন গ্রহণ করিয়া বিজারিত হইয়াছে। (v) নং উদাহরণে স্ট্যানাস আয়ন ইলেকট্রন ত্যাগ করিয়া জারিত হইয়াছে এবং ফেরিক আয়ন পরিত্যক্ত ইলেকট্রন গ্রহণ করিয়া বিজারিত হইয়াছে।

Additional Questions with Hints on Answers

CHAPTER XX

1. Write down the structural formulae of the following compounds, so that the bonds between different atoms may be clear. Also explain the nature of bonds. (electrovalent or covalent) (a) H_2O ; (b) NaCl ; (c) HCl. [H. S. 1970 (Comp.)]
[Q. 223]

2. What is radio-activity ? How has Dalton's conception about atoms been modified by the discovery of this phenomenon ?
[H. S. 1963]

3. Express the following oxidation-reduction reactions by ionic equations (a) Chlorine and potassium iodide, (b) Ferric chloride and hydrogen sulphide, (c) Bromine and hydrogen sulphide.

[**Ans.** (a) জারক দ্রব্য Cl_2 : $Cl_2 + 2e^- \rightarrow 2Cl^-$ ......(i)

বিজারক দ্রব্য $2KI \rightleftharpoons 2K^+ + 2I^-$: $2I^- - 2e \rightarrow I_2$ ... (ii)

(i) ও (ii) যোগ করিয়া, $Cl_2 + 2I^- \rightarrow 2Cl^- + I_2$

(b) জারক দ্রব্য $FeCl_3 \rightleftharpoons Fe^{+++} + 3Cl^-$: $Fe^{+++} + e^- \leftarrow Fe^{++}$ ......(i)

বিজারক দ্রব্য : $H_2S - 2e^- \rightarrow 2H^+ + S$ ......(ii)

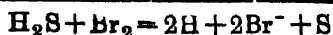
(i)-কে 2 দ্বারা গুণ করিয়া, $2Fe^{+++} + 2e^{-} \leftarrow 2Fe^{++}$ ..... (iii)

(ii) ও (iii) যোগ করিয়া, $2Fe^{+++} + H_2S \rightarrow 2Fe^{++} + 2H^{+} + S$

(c) Q. 228 (a)-এর (iv) উদাহরণের ন্যায়।

$$H_2S - 2e \leftarrow 2H^{+} + S$$

$$Br_2 + 2e \leftarrow 2Br^{-}$$

$$H_2S + Br_2 = 2H + 2Br^{-} + S$$

4. **How does an electrolyte differ from a non-electrolyte ?**

[H. S. 1967 (Comp.)] [Q. 202 এবং Q. 204 দেখ।]

CHAPTER XXI

Metals and their Compounds

[ধাতু এবং উহাদের যৌগ]

Q. 229. Mention, with illustrations, the physical and chemical differences between metals and non-metals.

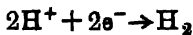
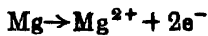
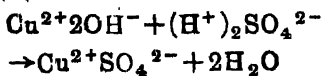
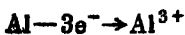
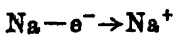
[H. S 1960 ; 1962 ; 1963]

[ধাতু ও অধাতুর মধ্যে ভৌত এবং রাসায়নিক ধর্মের পার্থক্য উদাহরণসহ উল্লেখ কর।]

Ans.

ধাতু	অধাতু
ভৌত ধর্ম—	
1. ধাতুগুলি সাধারণতঃ কঠিন। পারদ ধাতু হইলেও সাধারণ তাপমাত্রায় তরল পদার্থ।	1. অধাতুগুলি কঠিন, তরল বা গ্যাসীয়। সালফার, কার্বন, আয়োডিন কঠিন পদার্থ; ব্রোমিন তরল পদার্থ; হাইড্রোজেন, অক্সিজেন, নাইট্রোজেন, ক্লোরিন প্রভৃতি গ্যাসীয় পদার্থ।

ধাতু	অধাতু
2. ধাতুগুলির নিজস্ব দ্যুতি (lustre) আছে এবং ইহারা আলোক প্রতিফলিত করিতে পারে।	2. অধাতুর এইরূপ কোন দ্যুতি থাকে না, কিংবা উহারা আলোক প্রতিফলিত করিতে পারে না। আয়োডিন, গ্রাফাইট অধাতু হইলেও উজ্জ্বল।
3. ধাতুগুলি সাধারণতঃ খুব ভারী। কিন্তু সোডিয়াম, পটাসিয়াম, ক্যালসিয়াম, ম্যাগনেসিয়াম, অ্যালুমিনিয়াম ধাতুগুলি অপেক্ষাকৃত হাল্কা।	3. অধাতুগুলি সাধারণতঃ হাল্কা।
4. ধাতুগুলি প্রসারশীল (ductile) এবং নমনীয় (malleable) অর্থাৎ উহাদিগকে টানিয়া খুব সরু তারে এবং পিটাইয়া খুব পাতলা পাতে পরিণত করা যায়।	4. অধাতুর প্রসারতা কিংবা নমনীয়তা নাই। কঠিন অধাতুগুলি ভঙ্গুর (brittle)।
5. ধাতুগুলি তাপ ও তড়িতের উত্তম পরিবাহক। সিলভার এবং কপারের পরিবহণ ক্ষমতা খুব বেশী।	5. অধাতুগুলি সাধারণতঃ তাপ ও তড়িতের অপরিবাহী। অধাতু হইলেও গ্রাফাইট তাপ ও তড়িতের উত্তম পরিবাহী।
রাসায়নিক ধর্ম— 1. ধাতুর পরমাণু ইলেকট্রন ত্যাগ করিয়া পরা-তড়িৎযুক্ত আয়ন (ক্যাটায়ন) উৎপন্ন করে। প্রতিটি পরমাণু যত সংখ্যক ইলেকট্রন ত্যাগ করে তাহাই ধাতুর যোজ্যতা। একযোজী : $Na - e^- \rightarrow Na^+$ দ্বিযোজী : $Mg - 2e^- \rightarrow Mg^{2+}$ ত্রিযোজী : $Al - 3e^- \rightarrow Al^{3+}$	1. অধাতুর পরমাণু ইলেকট্রন গ্রহণ করিয়া অপরা-তড়িৎযুক্ত আয়ন (অ্যানায়ন) উৎপন্ন করে। প্রতিটি পরমাণু যত সংখ্যক ইলেকট্রন গ্রহণ করে তাহাই অধাতুর যোজ্যতা। একযোজী : $\frac{1}{2}Cl_2 + e^- \rightarrow Cl^-$ দ্বিযোজী : $\frac{1}{2}O_2 + 2e^- \rightarrow O^{2-}$

ধাতু	অধাতু
2. ধাতুগুলি অ্যাসিডের হাইড্রোজেন প্রতিস্থাপিত (প্রত্যক্ষ বা পরোক্ষরূপে) করিয়া লবণ উৎপন্ন করে। হাইড্রোজেন অপেক্ষা বেশী পরা-তড়িৎযুক্ত ধাতু সরাসরি হাইড্রোজেন নির্গত করে এবং লবণ তৈয়ারী করে। $Mg \rightarrow Mg^{2+} + 2e^-$; $2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$ । অন্যান্য ধাতুর অক্সাইড বা হাইড্রক্সাইড অ্যাসিডের সহিত লবণ উৎপন্ন করে, ধাতু হাইড্রোজেন নির্গত করে না। $Cu^{2+}2OH^- + (H^+)_2SO_4{}^{2-} \rightarrow Cu^{2+}SO_4{}^{2-} + 2H_2O$	2. অধাতুগুলি অ্যাসিড হইতে হাইড্রোজেন নির্গত করিয়া লবণ তৈয়ারী করিতে পারে না।
3. ধাতুগুলি ইলেকট্রন দান করে (electron donors)। সুতরাং ধাতুগুলি বিজারক দ্রব্য। $Na - e^- \rightarrow Na^+$; $Al - 3e^- \rightarrow Al^{3+}$	3. অধাতুগুলি ইলেকট্রন গ্রহণ করে (electron acceptors)। সুতরাং ইহারা জারক দ্রব্য। $Cl_2 + 2e^- \rightarrow 2Cl^-$; $S + 2e^- \rightarrow S^{2-}$
4. ধাতুগুলি সাধারণতঃ ক্ষারকীয় অক্সাইড উৎপন্ন করে। যথা, CaO, CuO, Fe_2O_3। [বিক্রিয়া ও সমীকরণের জন্য 43, 44 নং প্রশ্নোত্তর দেখ।] কতকগুলি ধাতুর অক্সাইড ক্ষারকীয় ও আম্লিক উভয় প্রকৃতির। যথা, ZnO, Al_2O_3 [বিক্রিয়া ও উদাহরণের জন্য 43, 44নং প্রশ্নোত্তর দেখ।]	4. অধাতুগুলি কখনও ক্ষারকীয় অক্সাইড উৎপন্ন করে না। অধাতুর অক্সাইড সাধারণতঃ অ্যাসিড ধর্মী এবং জলে দ্রবীভূত হইয়া অ্যাসিড উৎপন্ন করে। যথা, SO_2, CO_2 [বিক্রিয়া ও উদাহরণের জন্য 43, 44নং প্রশ্নোত্তর দেখ।] কতকগুলি অধাতব অক্সাইড নিরপেক্ষ। যথা, CO, NO, N_2O ইত্যাদি।

ধাতু	অধাতু
5. ধাতুর ক্লোরাইড লবণগুলি তড়িৎ যোজী যৌগ। ইহারা অনুদ্বায়ী কঠিন—গলিত বা দ্রবীভূত অবস্থায় ইহারা তড়িৎ-বিশ্লেষ্য। জল দ্বারা ক্লোরাইডগুলি আর্দ্র বিশ্লেষিত হয় না। যথা, $NaCl$, $CaCl_2$ ইত্যাদি। $2Na + Cl_2 \rightarrow 2(Na^+Cl^-)$ $Ca + Cl_2 \rightarrow Ca^{2+}2Cl^-$ কতকগুলি ক্লোরাইড জল দ্বারা আংশিক আর্দ্র বিশ্লেষিত হয়। $FeCl_3 + 3H_2O \rightleftharpoons Fe(OH)_3 + 3HCl$ $CuSO_3 + 2H_2O \rightleftharpoons Cu(OH)_2 + 2H_2SO_4$	5 অধাতুর ক্লোরাইড লবণগুলি সমযোজী যৌগ। ইহারা উদ্বায়ী এবং তড়িৎ-বিশ্লেষ্য নহে। জল দ্বারা সম্পূর্ণরূপে আর্দ্র-বিশ্লেষিত হয়। $PCl_3 + 3H_2O = H_3PO_3 + 3HCl$ $NCl_3 + 3H_2O = NH_3 + 3HOCl$ কার্বন টেট্রাক্লোরাইড (CCl_4) অধাতুর ক্লোরাইড হইলেও আর্দ্র বিশ্লেষিত হয় না।
6. ধাতুগুলি সাধারণতঃ হাইড্রোজেনের সহিত যুক্ত হইয়া স্থায়ী হাইড্রাইড যৌগ উৎপন্ন করে না। সোডিয়াম, ক্যালসিয়াম ইত্যাদি ধাতু অবশ্য কঠিন হাইড্রাইড (NaH, CaH_2) গঠন করে। ইহারা তড়িৎ-যোজী যৌগ এবং জলের বিক্রিয়ায় হাইড্রোজেন ও ধাতব হাইড্রক্সাইড উৎপন্ন করে।	6. অধাতুগুলি সমযোজ্যতার সাহায্যে স্থায়ী প্রকৃতির হাইড্রাইড গঠন করে। ইহারা অত্যন্ত উদ্বায়ী (গ্যাসীয় পদার্থ), অনার্দ্র অবস্থায় তড়িৎ বিশ্লেষ্য নহে। যথা, CH_4, NH_3, HCl, PH_3 ইত্যাদি।
7. ধাতুগুলি সাধারণতঃ জটিল লবণ সৃষ্টি করে—ধাতুটি ক্যাটায়ন বা অ্যানায়নে থাকিতে পারে। $[Cu(NH_3)_4]^{2+}SO_4^{2-}$; $K_4[Fe(CN)_6 \rightleftharpoons 4K^+] + [Fe(CN)_6]^{4-}$	7. অধাতুগুলি সাধারণতঃ জটিল লবণ উৎপন্ন করে না। বোরোন, সিলিকন কয়েকটি অধাতু অবশ্য জটিল লবণ উৎপন্ন করিতে পারে। যথা, KBF_4 $K_2[SiF_6]$

Q. 230. (a) What are metalloids ? Give examples.

(b) Tin has some characteristics of a non-metal, while graphite has some of those of a metal ; why is then tin classified as a metal and graphite as a non-metal ? [H. S. 1962]

(c) How do you know that sodium is a metal ?

[H. S. 1965 ; '68 (Comp)]

(d) Describe to chemical reactions of Al to prove that it is a metal. Give equations. [H. S. 1965 (Comp.)]

[(a) ধাতু-কল্প কাহাকে বলে ? উদাহরণ দাও। (b) টিনের কতকগুলি অধাতুর ন্যায় বৈশিষ্ট্য আছে এবং গ্রাফাইটের কতকগুলি ধাতুর ন্যায় বৈশিষ্ট্য আছে। তথাপি টিনকে ধাতু এবং গ্রাফাইটকে অধাতু বলিয়া মনে করা হয় কেন ? (c) সোডিয়াম যে একটি ধাতু তাহা কিরূপে দেখাইবে ? (d) দুইটি রাসায়নিক বিক্রিয়ার সাহায্যে প্রমাণ কর যে অ্যালুমিনিয়াম একটি ধাতু। সমীকরণ লিখ।]

Ans. (a) যে সকল ধর্মের পার্থক্য অনুসারে মৌলিক পদার্থগুলিকে ধাতু ও অধাতু এই দুই শ্রেণীতে বিভক্ত করা হইয়াছে তাহা সর্বদা খুব সুস্পষ্ট নয়। কতকগুলি মৌলিক পদার্থের মধ্যে ধাতু ও অধাতু উভয়েরই কতকগুলি ধর্ম দেখা যায়। ইহাদিগকে ধাতু-কল্প বলে। যথা, আর্সেনিক, অ্যান্টিমনি।

(b) **টিন**—(i) ধাতুর অক্সাইড সাধারণতঃ ক্ষারকীয় অক্সাইড। কোন ধাতুর যদি একাধিক অক্সাইড থাকে, তবে উহাদের কোন একটি অক্সাইড ক্ষারকীয় হইবেই—অবশ্য ঐ অক্সাইডের অ্যাসিড ধর্ম থাকিতে পারে। টিন দুইটি অক্সাইড উৎপন্ন করে, SnO এবং SnO_2। উভয় অক্সাইডই অ্যাসিডের সহিত বিক্রিয়া করিয়া লবণ ও জল উৎপন্ন করে অর্থাৎ উহারা ক্ষারকীয় অক্সাইড। $SnO+2HCl=SnCl_2+H_2O$। কিন্তু ইহাদের অ্যাসিড ধর্মও আছে। যেহেতু টিনের ক্ষারকীয় অক্সাইড আছে সেইজন্য টিনকে ধাতু বলা হয়।

(ii) টিনের পরমাণু ইলেকট্রন ত্যাগ করিয়া স্ট্যানাস আয়ন (ক্যাটায়ন) উৎপন্ন করে। $Sn-2e^- \rightarrow Sn^{2+}$। টিন ইলেকট্রন দান করে বলিয়া উহা ধাতু।

গ্রাফাইট—(i) গ্রাফাইট (বা কার্বন) দুইটি অক্সাইড উৎপন্ন করে—CO এবং CO_2। CO নিরপেক্ষ অক্সাইড কিন্তু CO_2 অ্যাসিডধর্মী অক্সাইড। কার্বনের কোন ক্ষারকীয় অক্সাইড নাই। অধাতুর কোন ক্ষারকীয় অক্সাইড থাকে না, সুতরাং গ্রাফাইট অধাতু

(ii) কার্বন কখনও ইলেকট্রন ত্যাগ করিয়া আয়নিত হয় না।

(c) সোডিয়াম পরমাণু ইলেকট্রন ত্যাগ করিয়া পরা-তড়িৎযুক্ত আয়ন Na^+ (ক্যাটায়ন) উৎপন্ন করে। $Na - e^- \leftarrow Na^+$। সোডিয়াম ইলেকট্রন দান করে। সোডিয়ামের অক্সাইড Na_2O ক্ষারকীয়, ইহার ক্লোরাইড লবণ ($NaCl$) তড়িৎযোজী যৌগ। সোডিয়াম জল বা অ্যাসিড হইতে হাইড্রোজেন উৎপন্ন করে। সুতরাং সোডিয়াম একটি ধাতু।

(d) অ্যালুমিনিয়াম পরমাণু ইলেকট্রন পরিত্যাগ করিয়া পরা-তড়িৎযুক্ত Al^{3+} আয়ন উৎপন্ন করে। $Al - 3e^- \rightarrow Al^{3+}$। ইহা অ্যাসিড হইতে হাইড্রোজেন প্রতিস্থাপিত করে। $2Al + 6HCl = 2AlCl_3 + 3H_2$। অ্যালুমিনিয়ামের ক্ষারধর্মী অক্সাইড আছে। $Al_2O_3 + 3H_2SO_4 = Al_2(SO_4)_3 + 3H_2O$।

Q. 231. What do you mean by "Electro-chemical series of metals"? [H. S. 1963 (Comp.) 1965 (Comp.)

By reference to the "Electro-chemical series of metals" discuss their general chemical properties.

[তাড়িত-রাসায়নিক পর্যায়ের সাহায্যে ধাতুগুলির সাধারণ রাসায়নিক ধর্ম আলোচনা কর।]

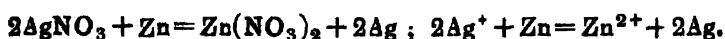
Ans. ধাতুগুলি পরা তড়িৎধর্মী, অর্থাৎ ইহাদের পরমাণু ইলেকট্রন পরিত্যাগ করিয়া পরা-তড়িৎবাহী আয়ন উৎপন্ন করে। ইলেকট্রন ত্যাগ করিয়া পরা তড়িৎবাহী আয়নে পরিণত হইবার প্রবণতার মাত্রা সকল ধাতুর সমান নহে। এই মাত্রার বিভিন্নতা অনুসারে ধাতুগুলিকে একটি পর্যায়ে সাজানো হইয়াছে। এই পর্যায়কে তড়িৎ-রাসায়নিক পর্যায় (electro-chemical series) বলে। এই পর্যায়ে উপরের কোন ধাতুর ইলেকট্রন ত্যাগ করিবার আগ্রহ উহার নীচের ধাতু অপেক্ষা অধিক। তড়িৎ-রাসায়নিক পর্যায়ে কোন ধাতুর স্থান উহার আপেক্ষিক রাসায়নিক সক্রিয়তা নির্দেশ করে।

K
Ca
Na
Mg
Al
....
Zn
...
Fe
...
Sn
Pb
H
...
Cu
Hg
Ag

(i) **প্রতিস্থাপন ক্রিয়া**—এই পর্যায়ে যে ধাতুর স্থান উপরে সেই ধাতু উহার নীচের ধাতুকে উহার লবণ হইতে প্রতিস্থাপিত করিতে পারে। কপার সালফেট দ্রবণে আয়রন চূর্ণ রাখিলে কপার মুক্তি হয় এবং আয়রন

দ্রবীভূত হয়। আয়রনের স্থান কপারের উপরে বলিয়া আয়রনের ইলেকট্রন ত্যাগ করিয়া আয়নে পরিণত হইবার প্রবণতা বেশী। কপারের অধিকতর ইলেকট্রন-আসক্তির হেতু দ্রবণের কপার আয়ন (Cu^{2+}) আয়রনের ইলেকট্রন গ্রহণ করিয়া ধাতব কপারে পরিণত হয় এবং আয়ন উৎপন্ন হয়। $Fe+CuSO_4=FeSO_4+Cu$ অর্থাৎ, $Fe+Cu^{2+}=Fe^{2+}+Cu$।

এইরূপ, সিলভার নাইট্রেট দ্রবণে এক টুকরা জিংক ফেলিয়া দিলে জিংকের উপর সিলভারের কালো প্রলেপ পড়ে, কারণ জিংকের স্থান সিলভারের উপরে।

$2AgNO_3+Zn=Zn(NO_3)_2+2Ag$; $2Ag^{+}+Zn=Zn^{2+}+2Ag$.

(ii) **অক্সিজেনের সহিত ক্রিয়া**—ধাতুগুলির ইলেকট্রন ত্যাগ করিয়া আয়নিত হইবার প্রবণতা যত বেশী, অক্সিজেনের প্রতি উহাদের আসক্তি তত বেশী এবং অক্সাইডগুলির স্থায়িত্ব তত বেশী। সুতরাং তাড়িত-রাসায়নিক পর্যায়ের উপরের ধাতু উহার নীচের ধাতু অপেক্ষা সহজে অক্সিজেনের সহিত যুক্ত হয় এবং উপরের ধাতুর অক্সাইডের স্থায়িত্ব উহার নীচের ধাতুর অক্সাইডের স্থায়িত্ব অপেক্ষা বেশী। K, Na অক্সিজেনের সংস্পর্শে আসিলে উহাদের অক্সাইড উৎপন্ন হয়। Mg, Al অক্সিজেনে উত্তপ্ত করিলে অক্সাইডে পরিণত হয়। Ag-কে অক্সিজেনে উত্তপ্ত করিয়া অক্সাইডে পরিণত করা শক্ত। K হইতে Al পর্যন্ত ধাতুগুলির অক্সাইডকে (MgO ব্যতীত) কার্বন দ্বারা বিজারিত করিয়া ধাতুতে পরিণত করা যায় না। পর্যায়ের নিম্ন দিকে অবস্থিত Hg, Ag ইত্যাদির অক্সাইডগুলির স্থায়িত্ব খুব কম বলিয়া শুধুমাত্র উত্তাপেই উহারা বিযোজিত হইয়া ধাতু উৎপন্ন করে।

(iii) **জলের সহিত ক্রিয়া**—তাড়িত-রাসায়নিক পর্যায়ে হাইড্রোজেনের উপরিস্থিত ধাতুগুলি (Sn ও Pb ব্যতীত) জল হইতে হাইড্রোজেন অপসারিত করিতে পারে, কিন্তু হাইড্রোজেনের নিম্নস্থ ধাতুগুলি, যথা—Cu, Hg, Ag জল হইতে হাইড্রোজেন অপসারিত করিতে পারে না। যে ধাতু যত বেশী পরা-তড়িৎবাহী অর্থাৎ যে ধাতুর অবস্থান এই পর্যায়ে যত উপরে সেই ধাতু তত সহজে জল হইতে হাইড্রোজেন উৎপন্ন করে। উদাহরণ ও সমীকরণের জন্য 53নং প্রশ্নোত্তরের [a] অংশের (i), (ii) এবং (iii) দেখ। 'পরীক্ষা' অংশগুলির প্রয়োজন নাই।

(iv) **লঘু অ্যাসিডের সহিত ক্রিয়া**—54 (a) নং প্রশ্নোত্তর দেখ।

(v) **নাইট্রিক অ্যাসিডের সহিত ক্রিয়া**—গোল্ড, প্লাটিনাম প্রভৃতি কয়েকটি বড় ধাতু ব্যতীত সমস্ত ধাতুই নাইট্রিক অ্যাসিডে দ্রবীভূত হইয়া নাইট্রেট লবণে পরিণত হয়। নাইট্রিক অ্যাসিডের গাঢ়তা, বিক্রিয়ার তাপমাত্রা অনুসারে নাইট্রিক অ্যাসিড বিজারিত হইয়া N_2O, NO, NH_4NO_3-এ পরিণত হয়। Mg লঘু নাইট্রিক অ্যাসিডের সহিত হাইড্রোজেন এবং টিন গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিডের সহিত টিন ডাই-অক্সাইড (SnO_2) উৎপন্ন করে। 104 নং প্রশ্নোত্তর হইতে সমীকরণ সহ কয়েকটি উদাহরণ দাও।

(vi) **কস্টিক সোডার সহিত ক্রিয়া**—কষ্টিক সোডা দ্রবণে অ্যালুমিনিয়াম বা জিংক ধাতু ফুটাইলে হাইড্রোজেন গ্যাস নির্গত হয় এবং সোডিয়াম অ্যালুমিনেট বা সোডিয়াম জিংকেট উৎপন্ন হয়। $2Al+2NaOH+2H_2O=2NaAlO_2+3H_2$। $Zn+2NaOH=Na_2ZnO_2+H_2$।

(vii) **ক্লোরিনের সহিত ক্রিয়া**—ক্লোরিন দ্বারা সমস্ত ধাতু আক্রান্ত হইয়া ধাতুর ক্লোরাইডে পরিণত হয়। অধিকতর পরা-তড়িৎবাহী ধাতুর ক্লোরিনের প্রতি আসক্তি এবং উহার ক্লোরাইডের স্থায়িত্ব, কম পরা-তড়িৎবাহী ধাতুর অপেক্ষা বেশী।

Q. 232. What are alloys? How are they usually prepared? What is the utility of alloying? State the composition and uses of the following common alloys :— [H. S. 1969 (Comp.), '70]

[ধাতু-সংকর কাহাকে বলে? সাধারণতঃ ধাতু-সংকর কিরূপে প্রস্তুত করা হয়? ইহার প্রস্তুতির উপযোগিতা কি? নিম্নলিখিত সাধারণ ধাতু-সংকরগুলির সংযুতি ও ব্যবহার উল্লেখ কর :]

Brass, bronze, german silver, duralumin, soft solders, type metal, alloy steels.

Ans. ধাতু সংকর—দুই বা ততোধিক ধাতুর সাধারণ মিশ্রণ বা কঠিন দ্রবণ বা কঠিন যৌগ, অথবা উহাদের যে-কোন সংযোগ (combination)-কে ধাতু-সংকর বলে। ধাতু-সংকর সমসত্ত্ব ও অসমসত্ত্ব উভয়ই হইতে পারে।

পিতল (Cu+Zn), ব্রোঞ্জ (Cu+Sn), জার্মান সিলভার (Cu+Zn+Ni)—এইগুলি ধাতু-সংকর।

প্রস্তুতি—(i) উপাদান ধাতুগুলিকে একত্রে ইলেকট্রিক চুল্লীতে গলাইয়া গলিত পদার্থ শীতল করিয়া, অথবা পৃথকভাবে গলিত ধাতুগুলি মিশ্রিত করিয়া ও শীতল করিয়া

সাধারণতঃ ধাতু-সংকর প্রস্তুত করা হয়। কপার ও জিংক একত্রে গলাইয়া পিত্তল, কপার ও টিন একত্রে গলাইয়া ব্রোঞ্জ এবং সংকর-ইস্পাতগুলি এইরূপে প্রস্তুত করা হয়। (ii) উপাদান ধাতুর লবণের মিশ্র দ্রবণের তড়িৎ-বিশ্লেষণ দ্বারাও কতকগুলি ধাতু-সংকর প্রস্তুত করা হয়। পটাসিয়াম সায়ানাইড দ্রবণে কপার সায়ানাইড ও জিংক সায়ানাইডের মিশ্র দ্রবণের মধ্য দিয়া তড়িৎ-প্রবাহ পরিচালিত করিলে ক্যাথোডে পিতল (brass) সঞ্চিত হয়। (iii) কখন কখন বিভিন্ন ধাতুর খুব সূক্ষ্ম চূর্ণ লইয়া অত্যধিক চাপে ধাতু সংকর তৈয়ারি করা হয়। Pb, Sn, Bi (বিসমাথ), Cd (ক্যাডমিয়াম) চূর্ণ হইতে এইরূপে 'Wood's alloy' প্রস্তুত করা হয়। (iv) কোন ধাতুর উপস্থিতিতে অপরাপর ধাতব যৌগের বিজারণ দ্বারাও কোন কোন সংকর-ধাতু প্রস্তুত করা যায়। যথা,—টাংস্টেন ধাতু ও আয়রনের যৌগ উত্তপ্ত করিয়া।

উপযোগিতা—ধাতুর দৃঢ়তা ও প্রসার্যতা বৃদ্ধির জন্য, ভাল ছাঁচ (casting) প্রস্তুত করিবার জন্য, বায়ুর দ্বারা ক্ষয় ও জারণ নিবারণের জন্য ধাতু-সংকর প্রস্তুত করা হয়।

কয়েকটি ধাতু-সংকরের সংযুতি ও ব্যবহার—

পিতল (brass)—Cu 60—80 ; Zn 40—20। পাত, নল, টোটার গোড়া, বাসন ইত্যাদি প্রস্তুতির জন্য ব্যবহৃত হয়।

ব্রোঞ্জ (bronze)—Cu 75—90, Sn 25—10। মুদ্রা, যন্ত্রপাতি ও মূর্তি নির্মাণে ব্যবহৃত হয়।

জার্মান সিলভার (german silver)—Cu 25—50, Zn 35—25, Ni 35—10। পাত, ফুলদানী, ছাইদান, প্লেট প্রস্তুতির জন্য ব্যবহৃত হয়।

ডুরালুমিন (duralumin)—Al 95, Cu 4, Mg 0·5, Mn 0·5। এরোপ্লেনের বিভিন্ন অংশ, ভারবাহী মোটরগাড়ীর ও রেলগাড়ীর অংশাদি প্রস্তুতির জন্য।

রাং-ঝাল (soft solder)—Pb 50, Sn 50। ইহা বাসনপত্র ঝালাই করিবার জন্য ব্যবহৃত হয়।

টাইপ মেটাল (type metal)—Pb 80, Sb (অ্যান্টিমনি) 15, Sn 5। মুদ্রাযন্ত্রে ব্যবহৃত অক্ষর প্রস্তুতির জন্য ইহা ব্যবহৃত হয়।

সংকর ইস্পাত (alloy steel)—সাধারণ ইস্পাতের সহিত সামান্য পরিমাণ সিলিকন, নিকেল, ক্রোমিয়াম, ভ্যানাডিয়াম, ম্যাংগানিজ, টাংস্টেন প্রভৃতি পৃথকভাবে মিশাইয়া বিভিন্ন ধর্ম-বিশিষ্ট ইস্পাত প্রস্তুত করা হয়। ইহাদিগকে সংকর ইস্পাত বা

alloy steel বলে। **মরিচাহীন স্টিল** (stainless steel)—ইহাতে ক্রোমিয়াম (10-15%) থাকে। ইহা ক্ষয় ও মরিচা নিবারণ করে। অস্ত্রোপচারের ছুরি, কাঁচি, কাঁটা, নির্দাগ বাসনপত্র প্রস্তুতির জন্য ব্যবহৃত হয়। **নিকেল স্টিল**—ইহাতে নিকেল (3.75%) থাকে। ইহার স্থিতিস্থাপকতা ও প্রসার্যতা খুব বেশী। পুল, বাড়ী ইত্যাদি গাঠনিক কার্যে ইহা ব্যবহৃত হয়। **ম্যাংগানিজ স্টিল**—ইহাতে ম্যাংগানিজ (12—13%) থাকে। ইহা খুব শক্ত হয় এবং সহজে ক্ষয়প্রাপ্ত হয় না। রেল লাইন ও পাথর ভাঙ্গিবার যন্ত্রপাতি প্রস্তুতির জন্য ইহা ব্যবহৃত হয়। **ডিউরিরন**—ইহাতে সিলিকন থাকে। অ্যাসিড রাখিবার পাত্র ইহার দ্বারা প্রস্তুত করা হয়। **ইনভার**—ইহাতে শতকরা 35 ভাগ নিকেল থাকে। পেণ্ডুলাম রড্, মিটার স্কেল ইহার দ্বারা তৈয়ারী হয়।

Q. 233. Write shrot notes on—

(a) ore, (b) concentration or dressing of the ore, (c) calcination, (d) roasting, (e) smelting, (f) flux and slag.

[সংক্ষিপ্ত টীকা লিখ: (a) আকরিক, (b) আকরিকের গাঢ়ীকরণ, (c) ভস্মীকরণ, (d) তাপ জারণ, (e) বিগলন, (f) বিগালক ও ধাতু মল।]

Ans. (a) **আকরিক**—অধিকাংশ ধাতুই যৌগরূপে মাটির নীচে বা উপরে কঠিন প্রস্তরের আকারে থাকে। ইহাদিগকে খনিজ প্রস্তর (minerals) বলে। যে সকল খনিজ-প্রস্তর হইতে ধাতু নিষ্কাশিত করা হয় তাহাদিগকে উক্ত ধাতুর আকরিক বলে। জিংক ব্লেণ্ড (ZnS) জিংকের, গ্যালেনা (PbS) লেডের, বক্সাইট ($Al_2O_3,2H_2O$) অ্যালুমিনিয়ামের আকরিক।

(b) **আকরিকের গাঢ়ীকরণ**—আকরিকের সহিত মিশ্রিত বিজাতীয় পদার্থগুলি অপসারিত করিয়া আকরিকের আনুপাত বৃদ্ধি করিবার প্রণালীকে গাঢ়ীকরণ বলা হয়। ইহা বিভিন্ন উপায়ে করা হয়। (i) চূর্ণ আকরিকের উপর দিয়া জলস্রোত প্রবাহিত করিলে হাল্কা বিজাতীয় পদার্থগুলি জলের সহিত ভাসিয়া যায় এবং এইরূপে অপসারিত হয়। (ii) কোন কোন ক্ষেত্রে শক্তিশালী চুম্বকের সাহায্যে আকরিক হইতে চৌম্বক অপদ্রব্যগুলি পৃথক করা হয়। টিনের আকরিক টিন-স্টোন হইতে উলফ্রামাইট এইরূপে পৃথক করা হয়। (iii) তৈল ভাসন পদ্ধতি (oil floatation)—সাধারণতঃ সালফাইড আকরিকগুলি, যথা—কপার পাইরাইটিস

গ্যালেনা, জিংক ব্লেণ্ড এই পদ্ধতিতে গাঢ় করা হয়। চূর্ণ আকরিকের সহিত জল ও অল্প পরিমাণ অ্যাসিড এবং পাইন বা ইউকেলিপ্‌টাস তেল মিশ্রিত করা হয়। নীচ হইতে মিশ্রণের মধ্যে সজোরে বায়ু পরিচালিত করিয়া মিশ্রণটি আলোড়িত করা হয়। আলোড়নের ফলে আকরিক তেল দ্বারা সিক্ত হইয়া ফেনার সহিত জলের উপর ভাসিয়া উঠে। অপরপক্ষে, অপদ্রব্যগুলি জল দ্বারা সিক্ত হইয়া জলের নীচে জমা হয়। উপর হইতে আকরিক-মিশ্রিত ফেনা অন্য পাত্রে অপসারণ করিয়া আকরিকগুলি পৃথক করা হয় এবং উত্তপ্ত বায়ুর সাহায্যে শুষ্ক করা হয়।

(c) **ভস্মীকরণ**—কোন কোন আকরিককে উহার গলনাংকের নিম্ন-তাপমাত্রায় বায়ুতে উত্তপ্ত করিলে জলীয় বাষ্প, কার্বনডাই-অক্সাইড, আর্সেনিয়াস অক্সাইড ইত্যাদি উদ্বায়ী পদার্থ নির্গত হইয়া যায়। ইহাকে ভস্মীকরণ বলে। ইহার ফলে আকরিক ফাঁপা ও সচ্ছিদ্র হয়। হিমাটাইটকে (Fe_2O_3) এইজন্য ভস্মীভূত করা হয়। কার্বনেট আকরিক, যথা—ম্যাগনেসাইট ($MgCO_3$) ও ক্যালামাইন ($ZnCO_3$)-কে এই পদ্ধতি দ্বারা অক্সাইডে পরিণত করা হয়। $MgCO_3 = MgO + CO_2$; $ZnCO_3 = ZnO + CO_2$ ।

(d) **তাপ-জারণ**—কোন কোন আকরিককে গলনাংক-তাপমাত্রার নীচে পর্যাপ্ত পরিমাণ বায়ুর সংস্পর্শে উত্তপ্ত করিয়া জারিত করা হয়। ইহাকে তাপ-জারণ বলে। সালফাইড আকরিক, যথা—জিংক ব্লেণ্ড ও গ্যালেনাকে তাপ জারণ দ্বারা ধাতুর অক্সাইডে পরিণত করা হয়। $2ZnS + 3O_2 = 2ZnO + 2SO_2$; $2PbS + 3O_2 = 2PbO + 2SO_2$ । তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণ করিয়া অনেক সময়ে ধাতব-সালফেট উৎপন্ন করা হয়। $ZnS + 2O_2 = ZnSO_4$ ।

(e) **তাপ-বিগলন**—আকরিক ভস্মীকরণ বা তাপ-জারণ দ্বারা অক্সাইডে পরিণত করিয়া বা অক্সাইড আকরিক লইয়া কার্বন (সাধারণতঃ কোক) ও বিগালকের সহিত মিশ্রিত করিয়া উপযুক্ত চুল্লীতে উচ্চতাপে গলানোকে বিগলন বলে। কার্বন দ্বারা বিজারিত হইয়া অক্সাইড হইতে ধাতু গলিত অবস্থায় উৎপন্ন হয় এবং অপদ্রব্যগুলি বিগালকের সহিত রাসায়নিকভাবে যুক্ত হইয়া ধাতু-মল উৎপন্ন করে। উৎপন্ন ধাতু-মল গলিত ধাতু অপেক্ষা হাল্‌কা বলিয়া ধাতুর উপর ভাসিতে থাকে। পরে ধাতু-মল ও গলিত ধাতু পৃথক করা হয়।

(f) **বিগালক ও ধাতুমল**—আকরিকের বিগলনের সময় কতকগুলি পদার্থ আকরিকের সহিত মিশ্রিত করা হয়। এই পদার্থগুলি উচ্চ তাপমাত্রায় অপদ্রব্যগুলির সহিত রাসায়নিকভাবে যুক্ত হইয়া গলিত যৌগিক পদার্থ উৎপন্ন করে। এইরূপে অপদ্রব্যগুলি সহজে গলিয়া আকরিক হইতে যৌগরূপে পৃথক হইয়া যায়। যে পদার্থগুলি বিগলনের সময় মিশ্রিত করা হয় তাহাদের বিগালক বলে এবং বিগালক ও অপদ্রব্য-গুলির রাসায়নিক ক্রিয়ায় উৎপন্ন পদার্থকে ধাতু-মল বলে। ধাতু-মলগুলি গলিত ধাতু অপেক্ষা হাল্‌কা বলিয়া গলিত ধাতুর উপর ভাসিতে থাকে এবং অক্সিজেনের দ্বারা ধাতুর জারণ নিবারণ করে। গলিত ধাতু ও ধাতু-মল মিশ্রণীয় নহে বলিয়া সহজেই উহাদের পৃথক করা যায়।

অপদ্রব্যগুলির প্রকৃতির উপর বিগালক নির্বাচন নির্ভর করে। ক্ষারকীয় অপদ্রব্য দূরীকরণের জন্য অ্যাসিড জাতীয় বিগালক এবং অ্যাসিড জাতীয় অপদ্রব্যের জন্য ক্ষারকীয় বিগালক ব্যবহার করা হয়। লৌহ-বিগলন প্রক্রিয়ায় আম্লিক সিলিকা দূর করিবার জন্য ক্ষারকীয় চুন বিগালকরূপে ব্যবহার করা হয়। ফলে ক্যালসিয়াম সিলিকেট ধাতু-মল উৎপন্ন হয়। $CaO+SiO_2=CaSiO_3$। কপার নিষ্কাশনে অ্যাসিড বিগালক সিলিকা দ্বারা ক্ষারকীয় ফেরাস অক্সাইড ফেরাস সিলিকেটরূপে অপসারিত করা হয়। $FeO+SiO_2=FeSiO_3$।

Q. 234. Mention, with examples and equations, the principles of different methods of extraction of metals from their ores.

[আকরিক হইতে বিভিন্ন ধাতুর নিষ্কাশন পদ্ধতির নীতি উদাহরণ ও সমীকরণসহ উল্লেখ কর।]

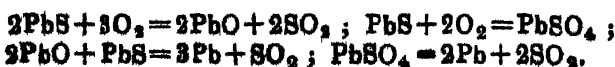
Ans. আকরিক ও ধাতুর প্রকৃতির উপর ধাতু নিষ্কাশনের পদ্ধতি নির্ভর করে। আকরিকের ধাতুগুলি সাধারণতঃ অক্সাইড, সালফাইড, কার্বনেট ও ক্লোরাইডরূপে থাকে। আকরিকের সহিত মিশ্রিত অপদ্রব্যগুলি যথাসম্ভব অপসারিত করিয়া আকরিকের অনুপাত বৃদ্ধি করা (আকরিকের গাঢ়ীকরণ) ধাতু নিষ্কাশনের একটি অত্যন্ত প্রয়োজনীয় অংশ। নানা উপায়ে ইহা করা হয়। যথা,—জল স্রোত দ্বারা, শক্তিশালী চুম্বক দ্বারা ও তৈল ভাসন প্রণালী (সালফাইড আকরিকের ক্ষেত্রে) দ্বারা। নিম্নলিখিত পদ্ধতির সাহায্যে সাধারণতঃ আকরিক হইতে ধাতু নিষ্কাশিত করা হয়।

(i) কার্বন বিজারণ পদ্ধতি, (ii) স্বতঃবিজারণ পদ্ধতি, (iii) তড়িৎ-বিশ্লেষণ পদ্ধতি, (iv) সিক্ত-পদ্ধতি।

(i) **কার্বন বিজারণ পদ্ধতি** (Carbon reduction process)—তড়িত-রাসায়নিক পর্যায়ে Al-এর নিম্নস্থিত ধাতুগুলিকে (যথা, Zn, Cu, Fe, Pb, Sn) উহাদের অক্সাইডের বিজারণ দ্বারা নিষ্কাশিত করা হয়। বিজারণ কার্যের জন্য সাধারণতঃ কোক-কার্বন ব্যবহৃত হয়।

অক্সাইড আকরিক, যথা—হিমাটাইট (Fe_2O_3) প্রথমে ভস্মীভূত (calcined) করিয়া উহা হইতে উদ্বায়ী পদার্থ অপসারিত করা হয়। ইহাতে আকরিক সচ্ছিদ্র ও ফাঁপা হয়। কার্বনেট আকরিক, যথা—ক্যালামাইন ($ZnCO_3$) ভস্মীভূত হইয়া ধাতব অক্সাইড উৎপন্ন হয়। $ZnCO_3 = ZnO + CO_2$। সালফাইড আকরিক, জিংক ব্লেণ্ড, উচ্চ তাপমাত্রায় তাপ-জারিত (roasted) করিয়া ধাতুর অক্সাইড উৎপন্ন করা হয়। $2ZnS + 3O_2 = 2ZnO + 2SO_2$। অতঃপর এই ধাতব অক্সাইডকে কোক-কার্বন ও উপযুক্ত বিগালকের সহিত মিশ্রিত করিয়া চুল্লীতে তীব্র উত্তপ্ত করা হয়। কার্বন বা উৎপন্ন কার্বন মনোক্সাইড দ্বারা ধাতব অক্সাইড বিজারিত হইয়া ধাতু উৎপন্ন হয়। অপদ্রব্যগুলি বিগালকের সহিত যুক্ত হইয়া ধাতু-মল উৎপন্ন করে এবং গলিত ধাতু হইতে পৃথক হইয়া যায়। ধাতু-মল ও গলিত ধাতু পৃথকভাবে সরাইয়া লওয়া হয়। $Fe_2O_3 + 3CO = 2Fe + 3CO_2$; $Fe_2O_3 + 3C = 2Fe + 3CO$; $ZnO + C = Zn + CO$.

(ii) **স্বতঃবিজারণ পদ্ধতি** (Self reduction process)—অনেক সময়ে সালফাইট আকরিককে, যথা, গ্যালেনা (PbS)-কে তাপ জারিত করিয়া আংশিকভাবে লেড অক্সাইড ও সালফেটের মিশ্রণে পরিণত করা হয়। অতঃপর উচ্চ তাপমাত্রায় বিগলিত করিলে লেড অক্সাইড ও সালফেট অপরিবর্তিত সালফাইড দ্বারা বিজারিত হইয়া ধাতুতে পরিণত হয়।

$$2PbS + 3O_2 = 2PbO + 2SO_2 \; ; \; PbS + 2O_2 = PbSO_4 \; ;$$
$$2PbO + PbS = 3Pb + SO_2 \; ; \; PbSO_4 = 2Pb + 2SO_2.$$

লেড ও কপার স্বতঃবিজারণ পদ্ধতিতে তৈয়ারি করা হয়।

(iii) **তড়িৎ বিশ্লেষণ পদ্ধতি** (Electrolytic process)—তড়িত-রাসায়নিক পর্যায়ের শীর্ষস্থানীয় ধাতুগুলি, যথা—K, Na, Ca, Mg তড়িৎ-বিশ্লেষণ

পদ্ধতিতে নিষ্কাশিত করা হয়। তড়িৎবিশ্লেষণের জন্য উহাদের গলিত ক্লোরাইড লওয়া হয়। ক্লোরাইডগুলির গলনাংক খুব উচ্চ। এই জন্য উহাদের সহিত অপর কোন পদার্থ মিশ্রিত করিয়া উহাদের গলনাংক কমান হয়। যথা, সোডিয়াম ক্লোরাইডের সহিত অনার্দ্র কালসিয়াম ক্লোরাইড, ক্যালসিয়াম ক্লোরাইডের সহিত ফ্লুওরস্পার (CaF_2) ইত্যাদি। গলিত তড়িৎ-বিশ্লেষ্যের মধ্য দিয়া তড়িৎ প্রবাহ পরিচালিত করিলে ক্যাথোডে ধাতু উৎপন্ন হয় এবং অ্যানোডে ক্লোরিন গ্যাস নির্গত হয়। অক্সাইড আকরিক, যথা—বক্সাইট ($Al_2O_3, 2H_2O$) হইতে বিশুদ্ধ অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইড প্রস্তুত করা হয়। গলিত ক্রায়োলাইট ও ফ্লুওরস্পারের মধ্যে বিশুদ্ধ অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইড দ্রবীভূত করিয়া তড়িৎ-প্রবাহ পরিচালিত করিলে ক্যাথোডে অ্যালুমিনিয়াম মুক্ত হয় এবং অ্যানোডে অক্সিজেন নির্গত হয়। [সমীকরণের জন্য উল্লিখিত ধাতুগুলির নিষ্কাশনের প্রশ্নোত্তর দেখ।]

(iv) **থারমিট পদ্ধতি** (The thermit process)—অ্যালুমিনিয়াম দ্বারা উহা অপেক্ষা কম পরা-তড়িৎবাহী কয়েকটি ধাতুর অক্সাইডকে ধাতুতে বিজারিত করা হয়। যথা, Cr_2O_3 কে অ্যালুমিনিয়াম দ্বারা উত্তপ্ত করিলে ক্রোমিয়াম ধাতু উৎপন্ন হয়। $Cr_2O_3 + 2Al = 2Cr + Al_2O_3$ ।

(v) **সিক্ত পদ্ধতি** (Wet process)—ধাতব লবণের জলীয় দ্রবণের তড়িৎ-বিশ্লেষণ দ্বারা অথবা ধাতব লবণের দ্রবণে অপেক্ষাকৃত অধিক পরা-তড়িৎবাহী অপর কোন ধাতু যোগ করিয়া ঐ ধাতু নিষ্কাশিত করা যায়। যথা, $ZnSO_4$-এর জলীয় দ্রবণের মধ্যে তড়িৎ-প্রবাহ পরিচালিত করিলে ক্যাথোডে জিংক সঞ্চিত হয়। কপার সালফেট দ্রবণে লৌহ যোগ করিলে ধাতব কপার অধঃক্ষিপ্ত হয়।

$$CuSO_4 + Fe = Cu + FeSO_4$$

Q. 235. How is sodium extracted from (a) Sodium hydroxide. [H. S. 1966, '68 (Comp)] **(b) sodium chloride ?** [H. S. 1965]

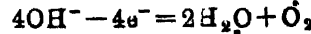
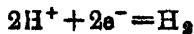
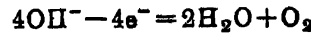
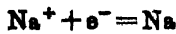
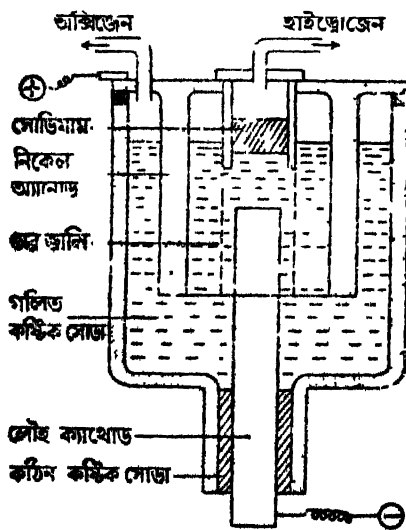
[(a) সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড, (b) সোডিয়াম ক্লোরাইড হইতে কিরূপে সোডিয়াম নিষ্কাশিত করা হয় ?]

Ans. (a) সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড হইতে—কাষ্‌নার পদ্ধতি : নীতি —গলিত সোডিয়াম হাইড্রক্সাইডের মধ্য দিয়া তড়িৎ-প্রবাহ পরিচালিত করিলে ক্যাথোডে সোডিয়াম ও হাইড্রোজেন এবং অ্যানোডে অক্সিজেন উৎপন্ন হয়। গলিত

কষ্টিক সোডাতে সোডিয়াম আয়ন ও হাইড্রক্সিল আয়ন থাকে। $NaOH \rightleftharpoons Na^+ + OH^-$। তড়িৎ-প্রবাহ পরিচালিত করিলে Na^+ আয়ন আকৃষ্ট হইয়া ক্যাথোডে আসে এবং উহার সংস্পর্শে ইলেকট্রন গ্রহণ করিয়া সোডিয়াম পরমাণুতে পরিণত হয়। OH^- আয়ন অ্যানোডে আকৃষ্ট হইয়া উহার সংস্পর্শে ইলেকট্রন ত্যাগ করিয়া তড়িৎ-নিরপেক্ষ OH মূলকে পরিণত হয় এবং সঙ্গে সঙ্গে বিক্রিয়া করিয়া জল ও অক্সিজেনে পরিণত হয়। অ্যানোডে অক্সিজেন নির্গত হয়। উৎপন্ন জলের তড়িৎ-বিশ্লেষণের দ্বারা ক্যাথোডে কিছু হাইড্রোজেন উৎপন্ন হয়। $H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$।

ক্যাথোডে : অ্যানোডে :

$Na^+ + e^- = Na$ $4OH^- - 4e^- = 2H_2O + O_2$

$2H^+ + 2e^- = H_2$ $4OH^- - 4e^- = 2H_2O + O_2$

পদ্ধতি—একটি লৌহনির্মিত পাত্রে কঠিন কষ্টিক সোডা লইয়া গ্যাস বার্নারের সাহায্যে উহা গলানো হয়। পাত্রের তলদেশ দিয়া একটি লৌহদণ্ড প্রবেশ করানো থাকে—ইহা ক্যাথোডের কাজ করে। ক্যাথোডটি কঠিন কষ্টিক সোডা দ্বারা আটকানো থাকে। ক্যাথোডের ঠিক উপরে লৌহনির্মিত একটি গোলাকার চোঙ থাকে এবং চোঙের নীচ হইতে একটি লোহার তার-জালি ক্যাথোড-দণ্ডকে ঘিরিয়া থাকে। তার জালির বাহিরে অবস্থিত একটি নিকেল চোঙ ক্যাথোডের উপরের অংশের চারিদিক জুড়িয়া থাকে—ইহা অ্যানোডের কাজ করে। সম্পূর্ণ ক্যাথোড এবং অ্যানোডের কতকাংশ গলিত কষ্টিক সোডায় ডুবানো থাকে। তড়িৎ-প্রবাহ পরিচালিত করিলে ক্যাথোডে সোডিয়াম এবং অ্যানোডে অক্সিজেন উৎপন্ন হয়। উৎপন্ন অক্সিজেন অ্যানোডের

60 নং চিত্র—কাষ্‌নার পদ্ধতি

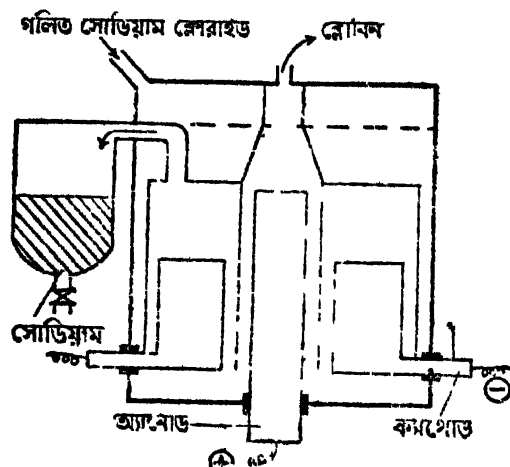
পার্শ্বে অবস্থিত নির্গম-নল দিয়া বাহিরে যায়। গলিত সোডিয়াম হাল্কা বলিয়া কষ্টিক সোডার উপর ভাসিয়া উঠে এবং ক্যাথোডের উপরে অবস্থিত লৌহ চোঙে সঞ্চিত হয়। ক্যাথোডে উৎপন্ন হাইড্রোজেন গ্যাস বুদ্‌বুদাকারে চোঙের উপরে উঠিয়া নির্গম-নল দিয়া বাহির হয়। হাইড্রোজেন গ্যাস দ্বারা সোডিয়াম আবৃত থাকিবার জন্য ইহা বায়ু দ্বারা জারিত হইতে পারে না। যথেষ্ট পরিমাণ সোডিয়াম সঞ্চিত হইলে ঝাঁঝরা চামচের সাহায্যে উহা তুলিয়া কেরোসিনের মধ্যে রাখা হয়।

(b) **সোডিয়াম ক্লোরাইড হইতে—ডাউনস পদ্ধতিঃ নীতি**—গলিত সোডিয়াম ক্লোরাইডের মধ্যে তড়িৎ-প্রবাহ পরিচালিত করিলে ক্যাথোডে সোডিয়াম ও অ্যানোডে ক্লোরিন উৎপন্ন হয়। গলিত সোডিয়াম ক্লোরাইড আয়নিত হইয়া Na^+ ও Cl^- আয়ন উৎপন্ন করে। $NaCl \rightleftharpoons Na^+ + Cl^-$। Na^+ আয়ন ক্যাথোড দ্বারা আকৃষ্ট হইয়া উহার সংস্পর্শে আসে এবং ইলেকট্রন গ্রহণ করিয়া সোডিয়াম পরমাণুতে পরিণত হয়। Cl^- আয়ন অ্যানোড দ্বারা আকৃষ্ট হইয়া উহার সংস্পর্শে আসে এবং ইলেকট্রন ত্যাগ করিয়া ক্লোরিন পরমাণুতে এবং সঙ্গে সঙ্গে ক্লোরিন অণুতে পরিণত হয়। অ্যানোডে ক্লোরিন নির্গত হয়।

ক্যাথোডে : $2Na^+ + 2e^- = 2Na$

অ্যানোডে : $2Cl^- - 2e^- = Cl_2$

পদ্ধতিঃ গলিত সোডিয়াম ক্লোরাইডের সহিত অনার্দ্র ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড মিশ্রিত করিয়া সোডিয়ামের গলনাংক কমান হয়। কারণ উচ্চ তাপমাত্রায় গলিত সোডিয়াম ক্লোরাইড এবং উৎপন্ন সোডিয়াম ও ক্লোরিন দ্বারা পাত্র আক্রান্ত হয় এবং কিছু সোডিয়াম বাষ্পীভূত হয়। অগ্নিসহ ইটের আস্তরণযুক্ত একটি বদ্ধ লৌহ পাত্রে মিশ্রণকে প্রথমে তাপ-প্রয়োগে গলানো হয়. পরে তড়িৎ-প্রবাহের দ্বারা ইহা গলিত অবস্থায় থাকে। পাত্রের নীচের দিকে একটি মোটা গ্রাফাইট-দণ্ড প্রবেশ করানো থাকে—ইহা অ্যানোডের কাজ করে। অ্যানোডের উপর পোর্সেলিনের তৈয়ারী ফানেলের আকারের একটি নল উপুড় করিয়া বসান থাকে। অ্যানোডের চারিপাশ ঘিরিয়া বৃত্তাকার শক্ত লৌহপাত থাকে—ইহা ক্যাথোডের কাজ করে। ক্যাথোডের উপর অংশে একটি ঢাকনা থাকে। ক্যাথোড ও অ্যানোডের মধ্যে একটি সরু তার-জালি থাকে যাহাতে ক্যাথোডে উৎপন্ন সোডিয়াম অ্যানোডে

দিকে সহজে না আসিতে পারে। তড়িৎ-প্রবাহ চালনা করিলে ক্যাথোডে সোডিয়াম মুক্ত হইয়া উহার ঢাকনার নীচে সঞ্চিত হয় এবং যথেষ্ট পরিমাণ সোডিয়াম সঞ্চিত

61 নং চিত্র—ডাউনস্ পদ্ধতি

হইলে নল বাহিয়া কেরোসিন-পূর্ণ পাত্রে আসিয়া জমা হয়। অ্যানোডে উৎপন্ন ক্লোরিন অ্যানোডের উপরিস্থিত নির্গম-নল দিয়া বাহির হইয়া যায়।

Q. 236. State the properties and uses of sodium.

[সোডিয়ামের ধর্ম ও ব্যবহার বিবৃত কর।]

Ans. **সোডিয়ামের ধর্ম : ভৌত**—সোডিয়াম রূপার ন্যায় সাদা, জল অপেক্ষা হাল্কা ও নরম ধাতু। ইহা উত্তম তাপ ও তড়িৎ-পরিবাহী।

রাসায়নিক—সোডিয়াম তীব্র পরা-তড়িৎসম্পন্ন ধাতু। ইলেকট্রন ত্যাগ করিয়া আয়নে পরিণত হইবার প্রবণতা ইহার খুব বেশী। এইজন্য ইহার সক্রিয়তা খুব অধিক। $Na - e^- = Na^+$।

(i) আর্দ্র বাতাসে সোডিয়ামের উপর উহার মনোক্সাইডের স্তর পড়ে। আর্দ্রতা ও CO_2-এর প্রভাবে উহা ক্রমশঃ সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড ও কার্বনেটের মিশ্রণে পরিণত হয়। সেইজন্য সোডিয়াম কেরোসিনের মধ্যে রাখা হয়। (ii) বায়ুতে বা

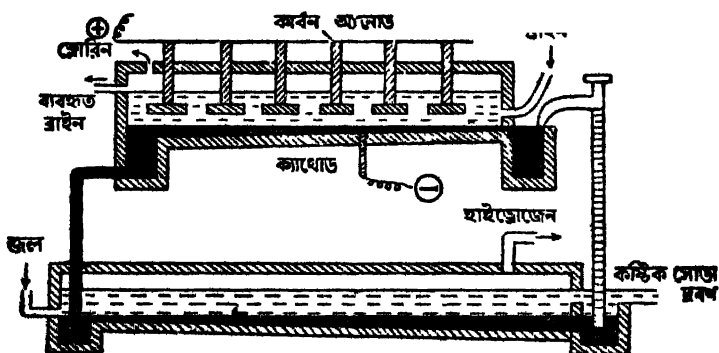
অক্সিজেনে উত্তপ্ত করিলে ইহা গলিয়া যায় এবং সোডিয়াম মনোক্সাইড ও সোডিয়াম পার-অক্সাইড উৎপন্ন হয়। $4Na+O_2=2Na_2O$, $2Na+O_2=Na_2O_2$ । (iii) সাধারণ উষ্ণতায় জল হইতে ইহা হাইড্রোজেন উৎপন্ন করে এবং সোডিয়াম হাইড্রক্সাইডে পরিণত হয়। $2Na+2H_2O=2NaOH+H_2$ (iv) অ্যাসিডের হাইড্রোজেন প্রতিস্থাপিত করিয়া হাইড্রোজেন ও লবণ উৎপন্ন করে। $2Na+2HCl=2NaCl+H_2$ । (v) ক্লোরিন উত্তপ্ত করিলে সোডিয়াম ক্লোরাইড গঠিত হয়। $2Na+Cl_2=2NaCl$ । উত্তপ্ত সোডিয়াম (300°C−400°C) শুষ্ক অ্যামোনিয়ার সহিত সোডামাইড উৎপন্ন করে। সোডামাইড জলের সহিত অ্যামোনিয়া ও সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড উৎপন্ন করে। $2Na+2NH_3=2NaNH_2+H_2$; $NaNH_2+H_2O=NaOH+NH_3$ । (vii) হাইড্রোজেন গ্যাসে উত্তপ্ত করিলে (360°C) সোডিয়াম হাইড্রাইড গঠিত হয়। জলের সহিত সোডিয়াম হাইড্রাইড হাইড্রোজেন গ্যাস নির্গত করে। $2Na+H_2=2NaH$; $NaH+H_2O=H_2+NaOH$ । (viii) ইহা একটি শক্তিশালী বিজারক; অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইডকে ধাতব অ্যালুমিনিয়ামে বিজারিত করে। $3Na+AlCl_3=Al+3NaCl$ । (ix) ইহা পারদে দ্রবীভূত হইয়া পারদ-সংকর গঠন করে।

ব্যবহার—সোডিয়াম পার-অক্সাইড, সোডামাইড, সোডিয়াম সায়নাইড প্রস্তুতিতে সোডিয়াম ও উহার পারদ সংকর জৈব রসায়নে বিজারক দ্রব্যরূপে, সোডিয়াম-পটাসিয়াম ধাতু-সংকর উচ্চ তাপমাত্রা থার্মোমিটার প্রস্তুতিতে ব্যবহৃত হয়।

Q 237. (a) How is caustic soda manufactured ? (b) State its important properties and uses. [H. S. 1967 (Comp.) '70]

[(a) কস্টিক সোডা কিরূপে শিল্পের জন্য প্রস্তুত করা হয়? (b) ইহার প্রধান ধর্ম ও ব্যবহার উল্লেখ কর।]

Ans. (a) কেল্‌নার-সলভে সেল্‌—সিমেন্টের তৈয়ারী একটি চৌবাচ্চার ঢালু মেঝের উপর দিয়া পারদের একটি স্তর প্রবাহিত করানো হয়। পারদ স্তরের উপর দিয়া একই দিকে ব্রাইন (সোডিয়াম ক্লোরাইডের সংপৃক্ত জলীয় দ্রবণ পরিচালিত করা হয়। এই প্রবাহমান পারদ স্তর ক্যাথোডের কাজ করে। তামার

দণ্ডের সাহায্যে পরস্পর সংলগ্ন কয়েকটি গ্রাফাইট দণ্ড ব্রাইনের মধ্যে ডুবানো থাকে। ইহারা অ্যানোডের কাজ করে। ব্রাইনের মধ্যে তড়িৎ-প্রবাহ পরিচালিত করিলে ক্লোরিন অ্যানোডে মুক্ত হইয়া গ্যাসরূপে উপরের নির্গম-নল দিয়া বাহির হইয়া যায় এবং উহা সংগ্রহ করা হয়। পারদ-ক্যাথোডে সোডিয়াম মুক্ত হইয়া উহাতে দ্রবীভূত হইয়া সোডিয়ামের তরল পারদ-সংকর উৎপন্ন করে। উৎপন্ন পারদ-সংকর ঢালু মেঝের উপর দিয়া প্রবাহিত হইয়া নিম্নে রক্ষিত একটি লৌহ-নির্মিত জলপূর্ণ ট্যাংকে decomposer) আসিয়া জমা হয়। এখানে পারদ-সংকর ও জলের রাসায়নিক ক্রিয়ায় কস্টিক সোডা ও হাইড্রোজেন উৎপন্ন হয়। পারদ সংকর সোডিয়াম-

62 নং চিত্র—কেল্‌নার সলভে সেল

মুক্ত হয় এবং মুক্ত পারদ পুনরায় ব্যবহার করা হয়। দ্রবণে কস্টিক সোডার পরিমাণ শতকরা 40 ভাগ হইলে দ্রবণ বাহির করিয়া আনিয়া বাষ্পীভূত করিয়া কঠিন কস্টিক সোডায় পরিণত করা হয়। অতঃপর ইহাকে গলাইয়া দানা বা দণ্ডের আকারে রাখা হয়।

রাসায়নিক বিক্রিয়া—(i) ব্রাইনে (সোডিয়াম ক্লোরাইডের জলীয় দ্রবণে) Na^+ ও Cl^- আয়ন থাকে এবং জল হইতে H^+ ও OH^- আয়ন উৎপন্ন হয়। তড়িৎ-বিশ্লেষণের ফলে Cl^- আয়ন অ্যানোডে আকৃষ্ট হইয়া উহার সংস্পর্শে ইলেকট্রন ত্যাগ করিয়া ক্লোরিন গ্যাসরূপে অ্যানোডে মুক্ত হয়। Na^+ আয়ন ও H^+ আয়ন ক্যাথোডে

আকৃষ্ট হয় কিন্তু পারদ-ক্যাথোডের সংস্পর্শে শুধু Na^+ আয়ন ইলেকট্রন গ্রহণ করিয়া ধাতব সোডিয়ামে পরিণত হয় এবং পারদের সহিত তরল পারদ-সংকর গঠন করে।

$$2NaCl \rightleftharpoons 2Na^+ + 2Cl^- ;$$

ক্যাথোডে : $2Na^+ + 2e^- = 2Na$

অ্যানোডে : $2Cl^- - 2e^- = Cl_2$

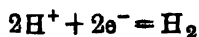
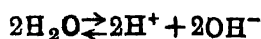
(ii) পারদ-সংকর হইতে সোডিয়াম ইলেকট্রন ত্যাগ করিয়া Na আয়নরূপে দ্রবণে চলিয়া আসে। জলের H^+ আয়ন আয়রনের সংস্পর্শে ইলেকট্রন গ্রহণ করিয়া হাইড্রোজেন গ্যাসরূপে নির্গত হয়।

$$2H_2O \rightleftharpoons 2H^+ + 2OH^-$$

$$2Na = 2Na^+ + 2e^-$$

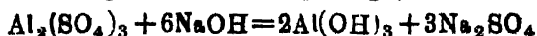
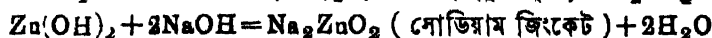
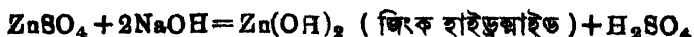
$$2H^+ + 2e^- = H_2$$

$$\overline{2Na + 2H_2O = 2Na^+ + 2OH^- + H_2}$$

$$(2NaOH)$$

দ্রবণে Na^+ আয়ন ও OH^- আয়ন অর্থাৎ সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড থাকে।

নেলসন্-সেল—160 নং প্রশ্নোত্তর দেখ।

[**দ্রষ্টব্য** :—পদ্ধতির উল্লেখ না থাকিলে যে-কোন একটি পদ্ধতি লিখিলে চলিবে।]

(b) **ধর্ম**—কষ্টিক সোডা সাদা উদগ্রাহী স্ফটিক, 318°C-এ ইহা গলিয়া যায়। জলে ইহা খুবই দ্রাব্য, জলীয় দ্রবণ তীব্র ক্ষার এবং স্পর্শে সাবানের ন্যায় পিচ্ছিল। অ্যাসিডের সহিত লবণ ও জল উৎপন্ন করে। $HCl + NaOH = NaCl + H_2O$. ফেরিক ক্লোরাইড দ্রবণ হইতে বাদামী ফেরিক হাইড্রক্সাইড অধঃক্ষিপ্ত করে। $FeCl_3 + 3NaOH = Fe(OH)_3 + 3NaCl$। অ্যামোনিয়াম লবণের সহিত কষ্টিক সোডা উত্তপ্ত করিয়া অ্যামোনিয়া উৎপন্ন হয়। $NH_4Cl + NaOH = NaCl + NH_3 + H_2O$। জিংক ও অ্যালুমিনিয়ামের লবণের দ্রবণে ইহার দ্রবণ মিশাইলে হাইড্রক্সাইড অধঃক্ষিপ্ত হয়। এই হাইড্রক্সাইড অতিরিক্ত কষ্টিক সোডায় দ্রবীভূত হইয়া জটিল লবণ উৎপন্ন করে।

$ZnSO_4 + 2NaOH = Zn(OH)_2$ (জিংক হাইড্রক্সাইড) $+ H_2SO_4$
$Zn(OH)_2 + 2NaOH = Na_2ZnO_2$ (সোডিয়াম জিংকেট) $+ 2H_2O$
$Al_2(SO_4)_3 + 6NaOH = 2Al(OH)_3 + 3Na_2SO_4$
(অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রক্সাইড—সাদা, আঁঠালো)

$Al(OH)_3 + NaOH = NaAlO_2$ (দ্রাব্য সোডিয়াম অ্যালুমিনেট)। কার্বন ডাই-অক্সাইডের সহিত সোডিয়াম কার্বনেট উৎপন্ন করে। $CO_2 + 2NaOH = Na_2CO_3 + H_2O$। উভধর্মী অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইডের সহিত সোডিয়াম অ্যালুমিনেট এবং জিংক অক্সাইডের সহিত সোডিয়াম জিংকেট লবণ উৎপন্ন করে।

$ZnO + 2NaOH = Na_2ZnO_2 + H_2O$; $Al_2O_3 + 2NaOH = 2NaAlO_2 + H_2O$। ফসফরাসের সহিত বিক্রিয়ার জন্য 253 পৃষ্ঠা এবং Zn ও Al ধাতুর সহিত বিক্রিয়ার জন্য ঐ ধাতু দুইটির ধর্ম দেখ।

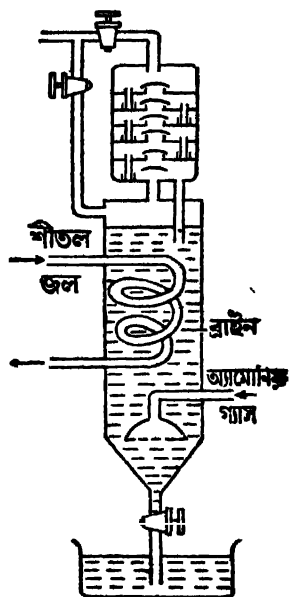
ব্যবহার—সোডিয়াম ধাতু, সাবান, কাগজ প্রস্তুত করিতে, বক্সাইট ও পেট্রোলিয়াম পরিশোধনে এবং সিল্ক ও রঙ শিল্পে কস্টিক সোডা ব্যবহৃত হয়।

Q. 238. (a) How is sodium carbonate manufactured by Solvay's process or Ammonia soda process ?
[H. S. 1963 (Comp.) ; 65 (Comp.) ; '68 ; 69 , '69 (Comp.) '71 (Comp.) ; '72]

(b) State its important properties and uses.

[(a) সলভে পদ্ধতি বা অ্যামোনিয়া-সোডা পদ্ধতির সাহায্যে কিরূপ সোডিয়াম কার্বনেট প্রস্তুত করা হয় ? (b) ইহার প্রধান ধর্মগুলি ও ব্যবহার উল্লেখ কর।]

Ans. (a) নীতি—অ্যামোনিয়া-সংপৃক্ত ব্রাইন (সোডিয়াম ক্লোরাইডের সংপৃক্ত জলীয় দ্রবণ)-এর মধ্যে অতিরিক্ত কার্বন ডাই-অক্সাইড প্রবাহিত করিলে অ্যামোনিয়াম বাই-কার্বনেট উৎপন্ন হয়। অতঃপর ইহা সোডিয়াম ক্লোরাইডের সহিত বিক্রিয়া করিয়া সোডিয়াম বাই-কার্বনেট (অতি অল্প দ্রাব্য) ও অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড (দ্রাব্য) উৎপন্ন করে। ফিলটার করিয়া সোডিয়াম বাই কার্বনেট পৃথক করা হয় এবং উহাকে উত্তপ্ত করিলে বিয়োজিত হইয়া সোডিয়াম কার্বনেট ও কার্বন ডাই-অক্সাইড উৎপন্ন হয়। $NH_3 + CO_2 + H_2O \rightleftharpoons NH_4HCO_3$; $NH_4HCO_3 + NaCl \rightleftharpoons NaHCO_3 + NH_4Cl$; $2NaHCO_3 = Na_2CO_3 + H_2O + CO_2$। সোডিয়াম ক্লোরাইডের প্রায় দুই-তৃতীয়াংশ সোডিয়াম বাই-কার্বনেটে পরিণত হয়।

(i) **অ্যামোনিয়া-সংপৃক্ত ব্রাইন প্রস্তুতি**—একটি ট্যাংকে ব্রাইন লইয়া উহার মধ্যে নীচ হইতে অ্যামোনিয়া গ্যাস পরিচালিত করা হয়। অ্যামোনিয়া গ্যাস ব্রাইনের মধ্য দিয়া উপরে উঠিবার সময়ে উহাতে দ্রবীভূত হয় এবং ব্রাইন অ্যামোনিয়াতে সংপৃক্ত হয়। ব্রাইনের মধ্যে ডুবানো একটি কুণ্ডলাকৃতি নলে শীতল জল প্রবাহিত করিয়া ব্রাইনের তাপমাত্রা 40°—60°C-এর মধ্যে রাখা হয়। অদ্রবীভূত গ্যাস টাংকের উপবে অবস্থিত সচ্ছিদ্র তাক ও নলযুক্ত একটি স্তম্ভের মধ্য দিয়া অতিক্রম করিবার কালে স্তম্ভের উপর হইতে পতিত ব্রাইনের মধ্যে দ্রবীভূত হইয়া যায়। ব্রাইনে দ্রবীভূত ক্যালসিয়াম ও ম্যাগনেসিয়াম লবণ এবং অ্যামোনিয়া গ্যাসের সহিত মিশ্রিত কার্বন ডাই-অক্সাইডের বিক্রিয়ায় উহাদের অদ্রাব্য কার্বনেট লবণ উৎপন্ন হয়। অ্যামোনিয়া-সংপৃক্ত ব্রাইন ও অদ্রাব্য কার্বনেট ট্যাংকের নীচে একটি পাত্রে জমা হয় এবং কার্বনেট লবণ নীচে থিতাইয়া পড়ে।

68নং চিত্র—অ্যামোনিয়া-সংপৃক্ত ব্রাইন প্রস্তুতি

(ii) **অ্যামোনিয়া-সংপৃক্ত ব্রাইনে কার্বন ডাই-অক্সাইড পরিচালন**—পাম্পের সাহায্যে উপরিস্থিত স্বচ্ছ অ্যামোনিয়া-সংপৃক্ত ব্রাইন 'সল্‌ভে স্তম্ভ' নামক একটি স্তম্ভে উপরে আনিয়া স্তম্ভের নীচের দিকে প্রবাহিত করান হয়। সল্‌ভে স্তম্ভের মধ্যে কয়েকটি বড় ছিদ্রযুক্ত তাক এবং প্রত্যেক তাকের ছিদ্রের উপর ঝাঁঝরা-যুক্ত আবরণ থাকে। উপর হইতে ব্রাইন ঝাঁঝরার ভিতর দিয়া নীচের দিকে প্রবাহিত হইতে থাকে। স্তম্ভের নীচ হইতে কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্যাস পরিচালিত করা হয়। অ্যামোনিয়া-সংপৃক্ত ব্রাইন ও কার্বন ডাই-অক্সাইড পরস্পরের ঘনিষ্ঠ সংস্পর্শে আসিয়া রাসায়নিক বিক্রিয়া ঘটায় এবং স্বল্প দ্রাব্য সোডিয়াম বাই-কার্বনেট উৎপন্ন হইয়া স্তম্ভের নীচে কাদার মত জমা হয়। এই

সময় নলের মধ্যে শীতল জল প্রবাহিত করিয়া সল্‌ভে স্তম্ভের তাপমাত্রা 30°-40°C-এ রাখা হয়। সোডিয়াম বাই-কার্বনেট মিশ্রিত দ্রবণ সল্‌ভে-স্তম্ভ হইতে বাহিরে আনিয়া অনুপ্রেস-ফিলটারের সাহায্যে ফিলটার করিয়া সোডিয়াম বাই-কার্বনেট পৃথক করা হয় এবং সামান্য জলে ধৌত করা হয়। অতঃপর ইহা শুষ্ক করা হয়।

64নং চিত্র—সেডিয়াম বাই-কার্বনেট উৎপাদন

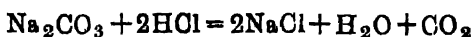
(iii) সোডিয়াম বাই-কার্বনেট দগ্ধ-করণ—শুষ্ক সোডিয়াম বাই-কার্বনেটকে একটি ঘূর্ণ চুল্লীতে উত্তপ্ত করিলে উহা বিযোজিত হইয়া সোডিয়াম কার্বনেটে পরিণত হয় এবং কার্বন ডাই-অক্সাইড নির্গত হয়।

এই কার্বন ডাই-অক্সাইড সল্‌ভে-স্তম্ভে পুনরায় ব্যবহার করা হয়। অবশ্য অধিকাংশ CO_2 সংগ্রহ করা হয় চুনাপাথর তীব্র উত্তপ্ত করিয়া। $CaCO_3 = CaO + CO_2$। সল্‌ভে-স্তম্ভে যে অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড দ্রবণ পাওয়া যায়, তাহাতে কলিচুন মিশাইয়া স্টীম দ্বারা উত্তপ্ত করিয়া অ্যামোনিয়া পুনরুদ্ধার করা হয়। $Ca(OH)_2 + 2NH_4Cl = 2NH_3 + CaCl_2 + 2H_2O$।

(b) **ধর্ম**—অনার্দ্র সোডিয়াম কার্বনেট বা "সোডা অ্যাস্" সাদা পাউডার। বায়ু হইতে জলীয় বাষ্প শোষণ করিয়া মনোহাইড্রেটে পরিণত হয়। সোডিয়াম কার্বনেট কেলাসে দশ অণু কেলাস-জল আছে, Na_2CO_3, $10H_2O$। ইহা উদ্‌ত্যাগী কেলাস, বায়ুতে রাখিলে ঘরের তাপমাত্রাতেই নয় অণু জল ছাড়িয়া দিয়া Na_2CO_3, H_2O কেলাসরূপে থাকে। সোডিয়াম কার্বনেট জলে দ্রাব্য এবং জলীয় দ্রবণ আর্দ্র বিশ্লেষণের ফলে ক্ষারধর্মী।

$$Na_2CO_3 + H_2O \rightleftharpoons NaOH + NaHCO_3$$ ।

সোডিয়াম কার্বনেটের দ্রবণে কার্বন ডাই-অক্সাইড প্রবাহিত করিলে স্বল্প দ্রাব্য সোডিয়াম বাই-কার্বনেট উৎপন্ন হয়। $Na_2CO_3+H_2O+CO_2=2NaHCO_3$। সোডিয়াম কার্বনেট দ্রবণে অতিরিক্ত চুন-জল মিশাইলে ক্যালসিয়াম কার্বনেট অধঃক্ষিপ্ত হয় এবং দ্রবণে কষ্টিক সোডা থাকে। $Na_2CO_3+Ca(OH)_2=CaCO_3+2NaOH$। লঘু অ্যাসিডের সহিত মিশাইলে বুদ্‌বুদ্‌ আকারে কার্বন ডাই-অক্সাইড উৎপন্ন হয়।

$$Na_2CO_3+2HCl=2NaCl+H_2O+CO_2$$

ব্যবহার—কাচ, সাবান ও কষ্টিক সোডা প্রস্তুতিতে, কাগজ ও বস্ত্রশিল্পে, জল মৃদুকরণে, কাপড় ধৌত করিতে ও সোডিয়ামের অন্যান্য লবণ প্রস্তুত করিতে ইহা ব্যবহৃত হয়।

Q. 239. How is caustic soda prepared from sodium carbonate (or by soda-lime process)? [H. S. 1962 (Comp.)]

[সোডিয়াম কার্বনেট হইতে (অথবা সোড়া-লাইম প্রণালীতে) কিরূপে কষ্টিক সোডা প্রস্তুত করা হয় ?]

Ans. **নীতি**—সোডিয়াম কার্বনেট দ্রবণে ক্যালসিয়াম হাইড্রক্সাইড যোগ করিয়া ফুটাইলে বিপরিবর্ত প্রণালীতে ক্যালসিয়াম কার্বনেট ও কষ্টিক সোডা উৎপন্ন হয়। অদ্রাব্য ক্যালসিয়াম কার্বনেট অধঃক্ষিপ্ত হয় এবং কষ্টিক সোডা দ্রবণে থাকে। $Na_2CO_3+Ca(OH)_2 \rightleftharpoons NaOH+CaCO_3$।

পদ্ধতি—লোহার ট্যাংকে 10% সোডিয়াম কার্বনেট দ্রবণ লইয়া দ্রবণের মধ্যে লোহার তার-জালির খাঁচায় কতকগুলি চুনের খণ্ড ডুবাইয়া রাখা হয়। দ্রবণ স্টীম দ্বারা উত্তপ্ত করা হয় এবং সঙ্গে সঙ্গে ভাল করিয়া নাড়িয়া দেওয়া হয়। ক্যালসিয়াম কার্বনেট দ্রবণের নীচে থিতাইয়া পড়ে। উপরিস্থিত স্বচ্ছ তরল আস্রাবণ করিয়া অল্পপ্রেষ-পাতনের সাহায্যে গাঢ় করা হয়। কিছু সোডিয়াম কার্বনেট অপরিবর্তিত থাকিলে উহা কেলাসিত হয় এবং ছাঁকিয়া পৃথক করা হয়। দ্রবণটি খোলা লোহার কড়াইতে উত্তপ্ত করিয়া বিশুদ্ধ করা হয়। পরে আরও উত্তপ্ত করিয়া গলাইয়া দণ্ডের আকারে ঢালাই করা হয়।

উপজাত হিসাবে $CaCO_3$ পাওয়া যায়; উহাকে উত্তপ্ত করিলে চুনে পরিণত হয় এবং এই চুন পুনরায় ব্যবহার করা হয়।

Q. 240. What are the important minerals of magnesium? How is magnesium extracted?

[H. S. 1962 (Comp.), '66 (Comp.)]

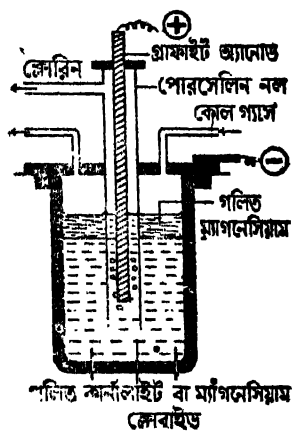
[ম্যাগনেসিয়ামের প্রধান খনিজ কি কি? ম্যাগনেসিয়াম ধাতু কিরূপে নিষ্কাশিত করা হয়?]

Ans.. **ম্যাগনেসিয়ামের খনিজ**—ম্যাগনেসাইট, $MgCO_3$, ডোলোমাইট $MgCO_3$, $CaCO_3$। কার্নালাইট, KCl, $MgCl_2$, $6H_2O$; কিসারাইট $MgSO_4$, H_2O।

ম্যাগনেসিয়ামের নিষ্কাশনঃ নীতি—গলিত অনার্দ্র ম্যাগনেসিয়াম ক্লোরাইড বা গলিত অনার্দ্র কার্নালাইটের তড়িৎ-বিশ্লেষণ করিলে ক্যাথোডে ম্যাগনেসিয়াম ও অ্যানোডে ক্লোরিন উৎপন্ন হয়। গলিত ম্যাগনেসিয়াম ক্লোরাইডে বা কার্নালাইটে Mg^{2+} ও Cl^- আয়ন থাকে; $MgCl_2 \rightleftarrows Mg^{2+} + 2Cl^-$। তড়িৎ-প্রবাহ পরিচালিত করিলে Mg^{2+} আকৃষ্ট হইয়া ক্যাথোডের সংস্পর্শে আসে এবং ইলেকট্রন গ্রহণ করিয়া Mg পরমাণুতে পরিণত হইয়া ক্যাথোডে মুক্ত হয়। ক্লোরাইড আয়ন Cl^- আকৃষ্ট হইয়া অ্যানোডের সংস্পর্শে আসিয়া ইলেকট্রন ত্যাগ করে এবং ক্লোরিন গ্যাসরূপে অ্যানোডে নির্গত হয়।

ক্যাথোডে: $Mg^{2+} + 2e^- \rightleftarrows Mg$; অ্যানোডে: $2Cl^- - 2e^- = Cl_2$

পদ্ধতি—ঢাকনিযুক্ত একটি লৌহ-নির্মিত চতুষ্কোণ পাত্রে অনার্দ্র $MgCl_2$ ও NaCl-এর মিশ্রণ অথবা কার্নালাইট (KCl, $MgCl_2$, $6H_2O$) লইয়া তড়িতের সাহায্যে 700° সেন্টিগ্রেডে উত্তপ্ত করিয়া গলান হয়। $MgCl_2$-এর গলনাংক কমাইবার জন্য NaCl যোগ করা হয়। পাত্রে ঢাকনির মধ্যস্থলে একটি গ্রাফাইট দণ্ড পাত্রের মধ্যে প্রলম্বিত রাখা হয় এবং ইহাকে ব্যাটারীর পরা-কোষের সহিত যুক্ত করিয়া অ্যানোড করা হয়। অ্যানোডের চারিদিক ঘিরিয়া একটি প্রশস্ত পোর্সেলিন-নল থাকে। গ্রাফাইট অ্যানোডে ও পোর্সলিন-নল গলিত তড়িৎ-বিশ্লেষ্যের মধ্যে আংশিক ডুবান থাকে। লৌহ পাত্রটিকে ব্যাটারীর

অপরা-কোষের সহিত যুক্ত করিয়া ক্যাথোড করা হয়। পাত্রের মধ্যস্থিত বায়ু কোল গ্যাস বা হাইড্রোজেন দ্বারা অপসারিত করা হয়, যাহাতে উৎপন্ন ম্যাগনেসিয়ামের সহিত বায়ুর অক্সিজেন বা নাইট্রোজেন ক্রিয়া করিতে না পারে। তড়িৎ-প্রবাহ পরিচালিত করিলে অ্যানোডে ক্লোরিন উৎপন্ন হইয়া পোর্সেলিন নলের নির্গম-পথে বাহির হইয়া যায়। ক্যাথোডে ম্যাগনেসিয়াম উৎপন্ন হয়। পাত্রের তাপমাত্রা ম্যাগনেসিয়ামের গলনাংকের উপরে থাকে এবং ম্যাগনেসিয়াম গলিত $MgCl_2$ বা কার্নালাইট অপেক্ষা হাল্‌কা। সেইজন্য গলিত ম্যাগনেসিয়াম গলিত $MgCl_2$ বা কার্নালাইটের উপর ভাসিতে থাকে। মাঝে মাঝে পাত্র হইতে তরল ম্যাগনেসিয়াম বাহির করিয়া আনা হয়। Mg-এর ইলেকট্রন-আসক্তি K বা Na অপেক্ষা বেশী বলিয়া Mg^{2+} আয়নই প্রথমে ইলেকট্রন গ্রহণ করিয়া ধাতুতে পরিণত হয়।

65নং চিত্র—ম্যাগনেসিয়াম নিষ্কাশন

সোদক ম্যাগনেসিয়াম ক্লোরাইড ($MgCl_2$, $6H_2O$)-কে সাবধানে উত্তপ্ত করিয়া প্রথমে $MgCl_2$, H_2O-তে পরিণত করা হয়। অতঃপর ইহাকে হাইড্রোজেন ক্লোরাইডের প্রবাহে উত্তপ্ত করিলে অনার্দ্র $MgCl_2$ উৎপন্ন হয়।

Q. 241. Starting from magnesite how is magnesium extracted ?

Or,

How is magnesium extracted by carbon reduction process ?

[ম্যাগনেসাইট হইতে কিরূপে ম্যাগনেসিয়াম নিষ্কাশিত করা হয়? বা কার্বন বিজারণ পদ্ধতিতে কিরূপে ম্যাগনেসিয়াম নিষ্কাশিত করা হয়?]

Ans. নীতি—প্রাকৃতিক ম্যাগনেসাইট ($MgCO_3$)-কে ভস্মীভূত করিলে (calcined) ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড ও কার্বন ডাই-অক্সাইড উৎপন্ন হয়। $MgCO_3 \rightleftarrows MgO + CO_2$। উচ্চ তাপমাত্রায় ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড কার্বন দ্বারা বিজারিত করিয়া ধাতুতে পরিণত করা হয়। $MgO + C \rightleftarrows Mg + CO$।

পদ্ধতি—ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইডের সহিত কোক-চূর্ণ ও তেল বা পিচ উত্তমরূপে মিশাইয়া মিশ্রণটিকে ছোট ছোট ইটের আকারে পরিণত করা হয়। একটি আবদ্ধ তড়িৎ-চুল্লীতে রাখিয়া এই ইটগুলি 2000° সেন্টিগ্রেডে উত্তপ্ত করা হয়। ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড বিজারিত হইয়া ম্যাগনেসিয়ামে পরিণত হয় এবং কার্বন মনোক্সাইড উৎপন্ন হয়। উৎপন্ন ম্যাগনেসিয়াম বাষ্পাকারে কার্বন মনোক্সাইডের সহিত মিশ্রিত হইয়া চুল্লী হইতে বাহির হইবার সময় উহার সহিত প্রচুর হাইড্রোজেন গ্যাস মিশ্রিত করা হয় এবং মিশ্রণটিকে খুব তাড়াতড়ি 200° সেন্টিগ্রেডে শীতল করিয়া ফেলা হয়। ইহাতে ম্যাগনেসিয়াম আর উহার অক্সাইডে পরিণত হইতে পারে না। ম্যাগনেসিয়াম গুঁড়ার আকারে ঘনীভূত হয়। ম্যাগনেসিয়াম গুঁড়াকে পুনরায় আরেকটি তড়িৎ-চুল্লীতে নিম্ন-চাপে 800° সেন্টিগ্রেডে উত্তপ্ত করিয়া ম্যাগনেসিয়াম বাষ্পকে শীতকে ঠাণ্ডা করিলে ম্যাগনেসিয়াম ধাতু পাওয়া যায়।

Q. 242. State the properties and uses of magnesium.
[H. S. 1961 (Comp.)]

[ম্যাগনেসিয়ামের ধর্ম ও ব্যবহার উল্লেখ কর।]

Ans. ম্যাগনেসিয়ামের ধর্ম : ভৌত—ম্যাগনেসিয়াম রূপার ন্যায় উজ্জ্বল ও সাদা ধাতু। ইহা হাল্‌কা ও প্রসার্যমান। গলনাংক 651°C।

রাসায়নিক—(i) আর্দ্র বায়ুতে ম্যাগনেসিয়ামের উপর উহার অক্সাইডের আস্তরণ পড়ে। বায়ুতে উত্তপ্ত করিলে উজ্জ্বল সাদা আলোর সহিত জ্বলিয়া উঠিয়া ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড উৎপন্ন করে; সামান্য পরিমাণ নাইট্রাইডও হয়। $2Mg+O_2=2MgO$; $3Mg+N_2=Mg_3N_2$। (ii) ম্যাগনেসিয়াম ফুটন্ত জল বিয়োজিত করিয়া হাইড্রোজেন উৎপন্ন করে। $Mg+2H_2O=Mg(OH)_2+H_2$। উত্তপ্ত ম্যাগনেসিয়াম স্টীমে জ্বলিয়া MgO ও হাইড্রোজেন উৎপন্ন করে। $Mg+H_2O=MgO+H_2$ (iii) ইহা লঘু ও শীতল অ্যাসিডে দ্রবীভূত হয় এবং ম্যাগনেসিয়াম লবণ ও হাইড্রোজেন উৎপন্ন হয়। $Mg+2HCl=MgCl_2+H_2$। (iv) উত্তপ্ত ম্যাগনেসিয়াম ক্লোরিন গ্যাসে ও নাইট্রোজেন গ্যাসে জ্বলিয়া যথাক্রমে ম্যাগনেসিয়াম ক্লোরাইড ও ম্যাগনেসিয়াম নাইট্রাইড উৎপন্ন করে।

$Mg + Cl_2 = MgCl_2$; $3Mg + N_2 = Mg_3N_2$ । (v) উত্তপ্ত ম্যাগনেসিয়াম শক্তিশালী বিজারক দ্রব্য। ইহা কার্বন ডাই-অক্সাইডকে কার্বনে, সিলিকাকে সিলিকনে বিজারিত করে। $2Mg + CO_2 = 2MgO + C$; $SiO_2 + 2Mg = Si + 2MgO$ ।

ব্যবহার—ম্যাগনেসিয়াম (Al. Mg) ইলেকট্রন (Mg, Zn, Cu) ইত্যাদি হালকা ধাতু-সংকর প্রস্তুতির জন্য, উচ্চ তাপমাত্রায় বিজারক দ্রব্যরূপে, ফটোগ্রাফীর ফ্লাশ্ বাস্‌ব ও বাজী প্রস্তুতির জন্য ইহা ব্যবহৃত হয়।

Q. 243. What are the minerals of calcium ? How is calcium extracted ? [H. S. 1961 (Comp.)]

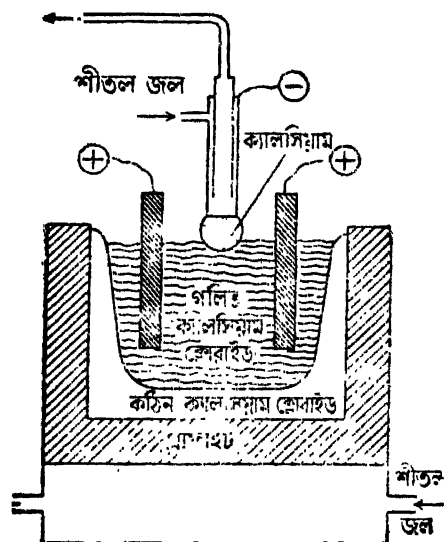
[ক্যালসিয়ামের খনিজ কি কি ? ক্যালসিয়াম কিরূপে নিষ্কাশিত করা হয় ?]

Ans. ক্যালসিয়ামের খনিজের মধ্যে নিম্নলিখিতগুলি বিশেষ উল্লেখযোগ্য। (i) ক্যালসিয়াম কার্বনেট ($CaCO_3$) রূপে—খড়িমাটি, চুনাপাথর, মার্বেল, আইসল্যাণ্ড-স্পার, ডোলোমাইট, $MgCO_3$ $CaCO_3$ । (ii) ক্যালসিয়াম সালফেট রূপে—জিপ্‌সাম $CaSO_4$, $2H_2O$ । ক্যালসিয়াম ফ্লুওরাইডরূপে—ফ্লুওরস্পার CaF_2 । (iv) ফসফেটরূপে –অ্যাপাটাইট $CaF_2, 3Ca_3(PO_4)_2$; ফসফোরাইট $Ca_3(PO_4)_2$ ।

নিষ্কাশন : নীতি—গলিত ক্যালসিয়াম ক্লোরাইডের তড়িৎ-বিশ্লেষণ করিলে ক্যাথোডে ক্যালসিয়াম ও অ্যানোডে ক্লোরিন উৎপন্ন হয়। গলিত ক্যালসিয়াম ক্লোরাইডে Ca^{2+} আয়ন ও Cl^- আয়ন থাকে। $CaCl_2 \rightleftharpoons Ca^{2+} + 2Cl^-$ । তড়িৎ-প্রবাহ পরিচালিত করিলে Ca^{2+} আকৃষ্ট হইয়া ক্যাথোডের সংস্পর্শে আসে এবং ইলেকট্রন গ্রহণ করিয়া ক্যালসিয়াম ধাতুতে পরিণত হয় এবং ক্যাথোডে মুক্ত হয়। Cl^- আয়ন আকৃষ্ট হইয়া অ্যানোডের সংস্পর্শে আসিয়া ইলেকট্রন ত্যাগ করে এবং ক্লোরিন গ্যাসরূপে অ্যানোডে মুক্ত হয়।

ক্যাথোডে : $Ca^{2+} + 2e^- = Ca$; অ্যানোড : $6Cl^- - 2e^- = Cl_2$

পদ্ধতি—একটি গ্রাফাইট নির্মিত পাত্রে অনার্দ্র ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড ও ক্যালসিয়াম ফ্লুওরাইডের মিশ্রণ (6 : 1) লইয়া তড়িতের সাহায্যে 700° সেন্টিগ্রেডে উত্তপ্ত করিয়া গলিত অবস্থায় রাখা হয়। ক্যালসিয়াম ক্লোরাইডের গলনাংক

কমাইবার জন্য ফ্লুওরাইড মিশান হয়। গ্রাফাইট পাত্রের নিম্নাংশ বাহির হইতে জলস্রোতের সাহায্যে শীতল করা হয়। ফলে মিশ্রণের খানিকটা জমিয়া পাত্রের ভিতরের গায়ে একটি আস্তরণ পড়ে এবং ইহার জন্য গ্রাফাইট পাত্রটি ক্ষয় হইতে অনেকাংশে রক্ষা পায়। দুইটি গ্রাফাইট দণ্ড গলিত মিশ্রণে আংশিক ডুবানো থাকে—ইহারা অ্যানোডের কাজ করে। লোহার একটি ফাঁপা নল পাত্রের মধ্যস্থলে গলিত মিশ্রণ স্পর্শ করিয়া রাখা হয় এবং নলের মধ্য দিয়া জল পরিচালিত করিয়া নলটি শীতল রাখা হয় এই লৌহ-নলটি ক্যাথোডের কাজ করে তড়িৎ-প্রবাহ পরিচালিত করিলে ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড বিশ্লিষ্ট হইয়া অ্যানোডে ক্লোরিন গ্যাস নির্গত হয়। ক্যাথোডে ক্যালসিয়াম উৎপন্ন হয় এবং লৌহ ক্যাথোডের প্রান্তে লাগিয়া যায়। একটি স্ক্রুর সাহায্যে ক্যাথোডটি উপরের দিকে ধীরে ধীরে তুলিলে একটি দণ্ডের আকারে ক্যালসিয়াম পাওয়া যায়—দণ্ডের শেষ প্রান্ত সর্বদা গলিত মিশ্রণের সংস্পর্শে রাখা হয়।

66নং চিত্র—ক্যালসিয়াম নিষ্কাশন

Q. 244. State the properties and uses of calcium.

[H. S. 1961 (Comp.)]

[ক্যালসিয়ামের ধর্ম এবং ব্যবহার বিবৃত কর।]

Ans. ক্যালসিয়ামের ধর্ম : ভৌত—ক্যালসিয়াম রূপার ন্যায় সাদা, নরম ও নমনীয় ধাতু। ঘনত্ব 1·52, গলনাংক 810°C।

রাসায়নিক—(i) আর্দ্র বায়ুতে ক্যালসিয়াম ধাতুর উপর উহার অক্সাইডের

একটি আস্তরণ পড়ে। বায়ুতে উত্তপ্ত করিলে ক্যালসিয়াম অক্সাইড ও সামান্য পরিমাণ ক্যালসিয়াম নাইট্রাইড উৎপন্ন হয়। $2Ca+O_2=2CaO$: $3Ca+N_2=Ca_3N_2$ (ii) সাধারণ তাপমাত্রায় ইহা জল হইতে হাইড্রোজেন উৎপন্ন করে এবং ক্যালসিয়াম হাইড্রক্সাইডে পরিণত হয়। $Ca+2H_2O=Ca(OH)_2+H_2$। (iii) পাতলা HCl বা H_2SO_4-এর সহিত বিক্রিয়ায় হাইড্রোজেন উৎপন্ন হয় এবং ক্যালসিয়াম উহার ক্লোরাইড বা সালফেটে পরিণত হয়। $Ca+2HCl=CaCl_2+H_2$। (iv) তীব্র উত্তপ্ত করিলে ক্যালসিয়াম ক্লোরিনের সহিত ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড, হাইড্রোজেনের সহিত ক্যালসিয়াম হাইড্রাইড, নাইট্রোজেনের সহিত ক্যালসিয়াম নাইট্রাইড, সালফারের সহিত ক্যালসিয়াম সালফাইড এবং কার্বনের সহিত ক্যালসিয়াম কার্বাইড উৎপন্ন করে। $Ca+Cl_2=CaCl_2$; $Ca+H_2=CaH_2$: $3Ca+N_2=Ca_3N_2$; $Ca+S==CaS$; $Ca+C_2=CaC_2$ ।

ব্যবহার—সম্পূর্ণ জল অপসারিত করিয়া নির্জল (absolute) অ্যালকোহল তৈয়ারি করিবার জন্য, ক্যালসিয়াম হাইড্রাইড প্রস্তুতির জন্য, ধাতু-সংকর প্রস্তুতির জন্য; যথা, লেডের সহিত কোন কোন ধাতু ঢালাই করিবার সময়ে বিজারক দ্রব্যরূপে ক্যালসিয়াম ব্যবহৃত হয়।

Q. 245. How is lime manufactured ? [Cf. H. S. 1963]
State its properties and uses.

[চুন কিরূপে প্রস্তুত করা হয় ? ইহার ধর্ম ও ব্যবহার বিবৃত কর।]

Ans. 128নং প্রশ্নোত্তর দেখ।

Q. 246. Name, with formulae, the important minerals of copper. How is copper extracted from copper pyrites ?

[H. S. 1960, 1961 (Comp.), '63, '65, '67, '68 (Comp.),'69,'71 (Comp.)]

[সংকেত সহ কপারের খনিজগুলির নাম কর। কপার পাইরাইটিস হইতে কপার কিরূপে নিষ্কাশিত করা হয় ?]

Ans. খনিজের নাম—কপার পাইরাইটিস $CuFeS_2$; কিউপ্রাইট Cu_2O ; কপার গ্লান্স Cu_2S ; ম্যালাকাইট $CuCO_3, Cu(OH)_2$; অ্যাজুরাইট $2CuCO_3, Cu(OH)_2$ ।

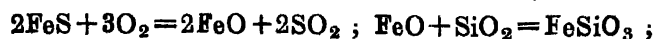
নিষ্কাশন-পদ্ধতি—কপার সাধারণতঃ কপার পাইরাইটিস ($CuFeS_2$) হইতে নিষ্কাশিত করা হয়। এই পদ্ধতিতে নিম্নলিখিত প্রক্রিয়াগুলি অবলম্বন করা হয়।

(i) **গাঢ়ীকরণ** (concentration)—চূর্ণ কপার পাইরাইটিসের সহিত জল এবং অল্প পরিমাণ পাইন তেল ও সোডিয়াম জ্যান্থেট মিশ্রিত করিয়া মিশ্রণের নীচ হইতে বায়ু পরিচালিত করা হয়। বায়ুর দ্বারা আলোড়নের ফলে উৎপন্ন ফেনার সহিত পাইরাইটিস চূর্ণ উপরে ভাসিয়া উঠে এবং সিলিকেট জাতীয় অপদ্রব্যগুলি থিতাইয়া পড়ে। উপরের ফেনা সরাইয়া উহা হইতে পাইরাইটিস চূর্ণ সংগ্রহ করিয়া শুষ্ক করা হয়।

(ii) **তাপ-জারণ** (roasting)—শুষ্ক গাঢ়ীকৃত আকরিক অতঃপর বায়ু-প্রবাহে উত্তপ্ত করা হয়। তাপ-জারণের ফলে আর্সেনিক অক্সাইড, কার্বন ডাই-অক্সাইড ইত্যাদি উদ্বায়ী পদার্থ বাহির হইয়া যায় এবং সালফারের কিয়দংশ SO_2 গ্যাসরূপে নির্গত হয়। পাইরাইটিস প্রধানতঃ কিউপ্রাস ও ফেরাস সালফাইডের মিশ্রণে পরিণত হয় এবং ফেরাস সালফাইডের কিছু অংশ ফেরাস অক্সাইডে রূপান্তরিত হয়। সামান্য কিউপ্রাস অক্সাইডও উৎপন্ন হয়। $2CuFeS_2+O_2=Cu_2S+2FeS+SO_2$; $2CuFeS_2+4O_2=Cu_2S+2FeO+3SO_2$; $2Cu_2S+3O_2=2Cu_2O+2SO_2$ ।

(iii) **বিগলন (ম্যাট প্রস্তুতি)** (smelting)—তাপ-জারিত আকরিকের সহিত কোক ও সিলিকা মিশ্রিত করিয়া মিশ্রণটি পরাবর্ত চুল্লীতে (চূর্ণীকৃত আকরিকের ক্ষেত্রে) বা মারুত চুল্লীতে (আকরিক ডেলার মত হইলে) শুষ্ক বায়ু-প্রবাহে বিগলিত করা হয়। বিগলনের সময়ে অধিকাংশ ফেরাস সালফাইড জারিত হইয়া ফেরাস অক্সাইডে পরিণত হয়। উৎপন্ন ফেরাস অক্সাইড সিলিকার সহিত বিক্রিয়া দ্বারা ফেরাস সিলিকেট ধাতুমলে পরিণত হয়। কপারের সালফার-আসক্তি আয়রন অপেক্ষা বেশী বলিয়া কপার সালফাইডের বিশেষ কোন পরিবর্তন হয় না। তাপ-জারণ বা বিগলনের ফলে যদি বা সামান্য কপার সালফাইড অক্সাইডে জারিত হয়, তবে উহা ফেরাস সালফাইডের সহিত বিক্রিয়া করিয়া পুনরায় কপার সালফাইডে পরিণত হয়। ধাতু-মল হাল্‌কা বলিয়া উহা কপার সালফাইড ও আয়রন সালফাইডের গলিত মিশ্রণের উপর ভাসিতে থাকে। ধাতু-মল অপসারিত করিলে কপার ও আয়রন

সালফাইডের যে মিশ্রণ নীচে থাকে তাহাকে ম্যাট (matte) বলে। ইহাতে 40-45% কপার, 30-35% আয়রন এবং প্রায় 25% সালফার থাকে।

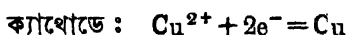
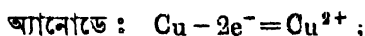
$$2FeS+3O_2=2FeO+2SO_2\ ;\ FeO+SiO_2=FeSiO_3\ ;$$
$$Cu_2O+FeS=Cu_2S+FeO.$$

(iv) **ম্যাট হইতে ব্লিস্টার কপার প্রস্তুতি**--গলিত ম্যাটের সহিত সিলিকা মিশ্রিত করিয়া মিশ্রণটি অগ্নিসহ মৃত্তিকার আস্তরণযুক্ত ইস্পাতের তৈয়ারী ডিম্বাকৃতি বেসিমার কনভারটারে প্রবেশ করানো হয়। কনভারটারের মধ্যস্থলে ছিদ্রযুক্ত একটি নলের সাহায্যে গলিত ম্যাটের মধ্য দিয়া বায়ু পরিচালিত করা হয়। ফেরাস সালফাইড প্রথমে জারিত হইয়া অক্সাইডে পরিণত হয় এবং সিলিকার সহিত যুক্ত হইয়া ফেরাস সিলিকেটে (ধাতু-মল) পরিণত হয়। ধাতু-মল পৃথক করিয়া পুনরায় বায়ু-প্রবাহ পরিচালিত করা হয়। কিউপ্রাস সালফাইডের কিয়দংশ কিউপ্রাস অক্সাইডে জারিত হয় এবং সঙ্গে সঙ্গে ইহা অপরিবর্তিত কিউপ্রাস সালফাইডের সহিত বিক্রিয়া করিয়া ধাতব কপারে পরিণত হয় এবং SO_2 নির্গত হয়। এইরূপে স্বতঃ-বিজারণ পদ্ধতিতে কপার উৎপন্ন হয়। $2Cu_2S+3O_2=2Cu_2O+2SO_2$; $2Cu_2O+Cu_2S=6Cu+SO_2$। উৎপন্ন কপার কনভারটারের তলদেশে সঞ্চিত হয় এবং ইহা বায়ু নলের নীচে থাকে বলিয়া কপার আর বায়ুর দ্বারা জারিত হয় না। তরল কপার কঠিন হইবার সময়ে উহার মধ্যস্থ দ্রবীভূত SO_2 নির্গত হইবার জন্য কঠিন অবস্থায় উহা ঝাঁঝরা হইয়া যায়। ইহাকে ব্লিস্টার (blister) কপার (97%—98%Cu) বলে।

(iv) **ব্লিস্টার কপার বিশোধন :** (a) **চুল্লী-বিশোধন**—ব্লিস্টার কপারে Fe, S, As, ইত্যাদি অপদ্রব্য থাকে। এই কপারকে সিলিকার আস্তরণযুক্ত পরাবর্ত চুল্লীতে পরিমিতি পরিমাণ বায়ু-প্রবাহে গলানো হয়। সালফার, আর্সেনিক জারিত হইয়া উহাদের অক্সাইডরূপে চলিয়া যায়। আয়রন ফেরাস অক্সাইডে জারিত হয় এবং সিলিকার সহিত ফেরাস সিলিকেট উৎপন্ন করিয়া উপরে ভাসিয়া উঠে এবং ইহা অপসারিত করা হয়। ইহাতে কিছুটা Cu_2O উৎপন্ন হইয়া গলিত কপারে দ্রবীভূত থাকে। গলিত কপারের উপর কিছু কোক-চূর্ণ ছড়াইয়া উহাকে কাঁচা কাঠের সাহায্যে ভালরূপে নাড়িয়া দেওয়া হয়। উৎপন্ন বিজারক গ্যাস কিউপ্রাস অক্সাইডকে

কপারে বিজারিত করে। ইহাকে পোলিং (poling) পদ্ধতি বলে। এই কপার 99·5% বিশুদ্ধ।

(b) **তড়িৎ-বিশোধন**—সালফিউরিক অ্যাসিডে (5%—10%) মিশ্রিত কপার সালফেট দ্রবণ (15%) তড়িৎ-বিশ্লেষক পাত্রে লইয়া কতকগুলি বিশুদ্ধ কপারের পাতলা পাত দ্রবণে ডুবাইয়া রাখা হয় এবং উহাদিগকে ক্যাথোড করা হয়। দুইটি ক্যাথোড-পাতের মধ্যে একটি করিয়া অবিশুদ্ধ কপারের মোটা পাত কপার সালফেট দ্রবণে ডুবাইয়া উহাদিগকে অ্যানোড করা হয়। তড়িৎ-প্রবাহ পরিচালিত করিলে অ্যানোড হইতে কপার আয়নিত হইয়া দ্রবীভূত হয় এবং বিশুদ্ধ কপার ক্যাথোড-পাতের উপর জমা হইতে থাকে।

অ্যানোডে : $Cu - 2e^- = Cu^{2+}$;

ক্যাথোডে : $Cu^{2+} + 2e^- = Cu$

Q. 247. State the properties and uses of copper.
[H. S. 1963, '67 (Comp.)]

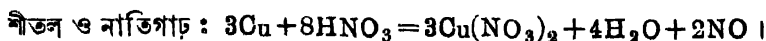
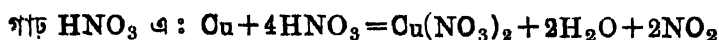
[কপারের ধর্ম ও ব্যবহার বিবৃত কর।]

Ans. ভৌত ধর্ম—কপারের বিশিষ্ট লাল বর্ণ (তাম্রবর্ণ) আছে। ইহা ঘাত-সহ এবং নমনীয় ধাতু। ইহা তাপ ও তড়িতের উত্তম পরিবাহী। ঘনত্ব 8·94 এবং গলনাংক 1083°C।

রাসায়নিক ধর্ম—(i) আর্দ্র বায়ুতে সাধারণ তাপমাত্রায় কপারের উপর অক্সাইড বা সালফাইডের সূক্ষ্ম আস্তরণ পড়ে। বায়ুতে বা অক্সিজেনে উত্তপ্ত করিলে জারিত হইয়া কালো কিউপ্রিক অক্সাইডে পরিণত হয়। $2Cu + O_2 = 2CuO$. (ii) জল বা স্টীমে কপারের কোন পরিবর্তন হয় না। (iii) হাইড্রোজেন অপেক্ষা কম পরা-তড়িৎধর্মী বলিয়া লঘু HCl বা H_2SO_4 হইতে ইহা হাইড্রোজেন প্রতিস্থাপিত করিতে পারে না। অক্সিজেনের উপস্থিতিতে কপার গাঢ় HCl বা লঘু H_2SO_4-এ ধীরে ধীরে দ্রবীভূত হইয়া যথাক্রমে কিউপ্রিক ক্লোরাইড ও কিউপ্রিক সালফেটে পরিণত হয়। $2Cu + 4HCl + O_2 = 2CuCl_2 + 2H_2O$; $2Cu + 2H_2SO_4 + O_2 = 2CuSO_4 + 2H_2O$। গাঢ় H_2SO_4-এর সহিত কপার উত্তপ্ত করিলে ইহা কপার সালফেটে পরিণত হয় এবং H_2SO_4 বিজারিত

হইয়া সালফার ডাই-অক্সাইড নির্গত হয়। $Cu+2H_2SO_4=CuSO_4+2H_2O+SO_2$। নাইট্রিক অ্যাসিডে কপার দ্রবীভূত হইয়া কিউপ্রিক নাইট্রেট উৎপন্ন করে এবং অ্যাসিডের গাঢ়তা, তাপমাত্রা অনুসারে নাইট্রিক অ্যাসিড নাইট্রিক অক্সাইডে, নাইট্রোজেন ডাই-অক্সাইডে, বা নাইট্রাস অক্সাইডে বিজারিত হয়।

গাঢ় HNO_3 এ : $Cu+4HNO_3=Cu(NO_3)_2+2H_2O+2NO_2$

শীতল ও নাতিগাঢ় : $3Cu+8HNO_3=3Cu(NO_3)_2+4H_2O+2NO$।

(iv) ক্লোরিন ও সালফারের সহিত উত্তপ্ত করিলে যথাক্রমে কিউপ্রিক ক্লোরাইড ও কিউপ্রিক সালফাইড উৎপন্ন হয়। $Cu+Cl_2=CuCl_2$; $Cu+S=CuS$. (v) কম পরা-তড়িৎসম্পন্ন ধাতুকে (যথা Ag, Hg) উহার লবণের দ্রবণ হইতে কপার অপসারিত করে। $2AgNO_3+Cu=2Ag+Cu(NO_3)_2$। অপেক্ষাকৃত বেশী পরা-তড়িৎ যুক্ত ধাতুর দ্বারা দ্রবণ হইতে ইহা অপসারিত হয়। $CuSO_4+Zn=ZnSO_4+Cu$।

ব্যবহার—বৈদ্যুতিক তার নির্মাণে, উচ্চ তাপযন্ত্র নির্মাণে, তড়িৎ-লেপনে, ব্লক নির্মাণে, পিতল, কাঁসা ইত্যাদি ধাতু-সংকর প্রস্তুতিতে, মুদ্রা প্রস্তুতিতে কপার ব্যবহৃত হয়।

Q. 248. Name the important minerals of zinc. How is metallic zinc extracted from zinc blende? [H. S. 1960 (Comp.) ; 1961 ; cf. 1962 (Comp.) ; 1965 ; 1967 ; '70, (Comp.) '72]

[জিংকের প্রধান খনিজগুলির নাম কর। জিংক ব্লেণ্ড হইতে কিরূপে জিংক নিষ্কাশিত করা হয়?]

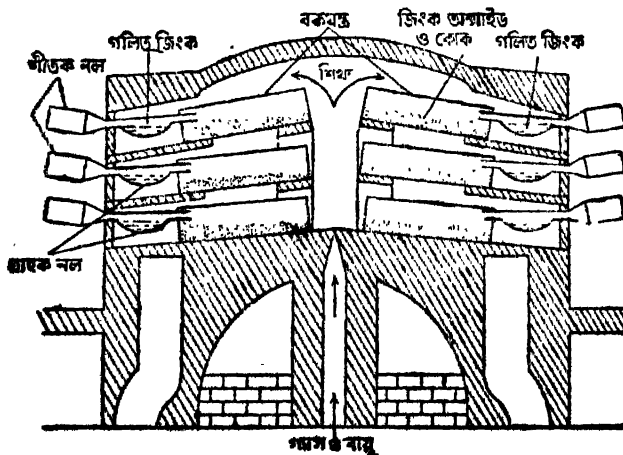
Ans. **জিংকের খনিজ**—জিংক ব্লেণ্ড, ZnS ; জিংকাইট, ZnO ; ক্যালামাইন $ZnCO_3$।

নিষ্কাশন—জিংক ব্লেণ্ড হইতে নিম্নলিখিত প্রক্রিয়া দ্বারা জিংক নিষ্কাশিত করা হয়।

(i) **আকরিকের গাঢ়ীকরণ**—চূর্ণ জিংক ব্লেণ্ডকে জল ও অল্প পরিমাণ পাইন তেলের সহিত মিশ্রিত করিয়া মিশ্রণের নীচ হইতে বায়ু পরিচালিত করা হয়। বায়ুর দ্বারা আলোড়নের ফলে উৎপন্ন ফেনার সহিত জিংক ব্লেণ্ড উপরে ভাসিয়া

উঠে এবং মাটি ও সিলিকেট জাতীয় অপদ্রব্যগুলি জলের নীচে থিতাইয়া পড়ে উপরের ফেনা সরাইয়া জিংক ব্লেণ্ড সংগ্রহ করিয়া শুষ্ক করা হয়।

(ii) **তাপ-জারণ**—গাঢ়ীকৃত জিংক ব্লেণ্ডকে অতঃপর বায়ুপ্রবাহে উচ্চ তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করা হয়। তাপমাত্রা এরূপভাবে নিয়ন্ত্রিত করা হয় যাহাতে জিংক সালফাইড জারিত হইয়া সম্পূর্ণরূপে জিংক অক্সাইডে পরিণত হয়। অবশ্য সামান্য জিংক সালফেট উৎপন্ন হয়; উহা উচ্চ তাপমাত্রায় বিযোজিত হইয়া যায়। $2ZnS+3O_2=2ZnO+2SO_2$; $ZnS+2O_2=ZnSO_4$। জিংক সালফেট উৎপাদন ক্ষতিকর, কারণ পরবর্তী বিজারণ-ক্রিয়ায় উহা আবার জিংক সালফাইডে পরিণত হয়।

(iii) **অক্সাইডের বিগলন**—জিংক অক্সাইডের সহিত কোক-চূর্ণ মিশ্রিত করিয়া মিশ্রণটি অগ্নিসহ মৃত্তিকার তৈয়ারী কতকগুলি বকযন্ত্রে রাখা হয়। প্রত্যেকটি বকযন্ত্রের মুখে একটি করিয়া মাটির গ্রাহক-নল থাকে এবং গ্রাহক-নলের মুখে একটি করিয়া লোহার শীতক-নল থাকে। বকযন্ত্রগুলির খোলা মুখ একটু নীচের দিকে তাক

67নং চিত্র—জিংক নিষ্কাশন

করিয়া চুল্লীতে সাজানো হয়। ইহাকে প্রোডিউসার গ্যাস ও বায়ুর সাহায্যে চুল্লীতে 1350° সেন্টিগ্রেডে উত্তপ্ত করা হয়। জিংক অক্সাইড কোক দ্বারা বিজারিত হইয়া ধাতব জিংকে পরিণত হয় এবং কার্বন মনোক্সাইড গ্যাস উৎপন্ন হয়। $ZnO+C=Zn+CO$।

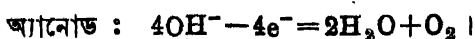
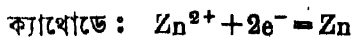
এই গ্যাস শীতকের মুখে আসিয়া নীলাভ শিখায় জ্বলিতে থাকে। জিংক-বাষ্পের কিয়দংশ গ্রাহকে আসিয়া তরল জিংকে পরিণত হয় এবং কিয়দংশ জিংক অক্সাইডের সহিত মিশ্রিত হইয়া জিংক ডাস্ট (zinc dust) বা দস্তারজঃরূপে শীতকে আসিয়া জমা হয়। গলিত জিংক হাতার সাহায্যে সরাইয়া শীতল করিয়া ছাঁচে ঢালা হয়। ইহাকে স্পেল্টার (spelter) বলে। ইহাতে 97%-98% জিংক এবং লেড, আয়রন, ক্যাডমিয়াম, আর্সেনিক ইত্যাদি অপদ্রব্যগুলি সামান্য পরিমাণে থাকে।

(iv) **বিশোধন**—আংশিক পাতনের সাহায্যে জিংক বিশুদ্ধ করা হয়। অবিশুদ্ধ জিংককে 920° সেন্টিগ্রেডের উপরে উত্তপ্ত করিলে জিংক ও ক্যাডমিয়াম উদ্বায়িত হইয়া অপদ্রব্যগুলি হইতে পৃথক হইয়া আসে। জিংক ও ক্যাডমিয়ামের গলিত মিশ্রণ 767° সেন্টিগ্রেডের উপরে উত্তপ্ত করিলে ক্যাডমিয়াম উদ্বায়িত হইয়া আসে এবং বিশুদ্ধ জিংক (99·99%) অবশেষরূপে পাওয়া যায়।

Q. 249. Describe how zinc is extracted from zinc blende by electrolytic method. [তড়িৎ-বিশ্লেষণ পদ্ধতির সাহায্যে জিংক ব্লেণ্ড হইতে জিংকের নিষ্কাশন বর্ণনা কর।]

Ans. সালফিউরিক অ্যাসিড মিশ্রিত বিশুদ্ধ জিংক সালফেটের দ্রবণে তড়িৎ-প্রবাহ পরিচালিত করিলে ক্যাথোডে জিংক সঞ্চিত হয়। জিংক সালফেটের জলীয় দ্রবণে নিম্নলিখিত আয়নগুলি থাকে। $ZnSO_4 \rightleftarrows Zn^{2+} + SO_4{}^{2-}$; $H_2O \rightleftarrows H^+ + OH^-$। দ্রবণে তড়িৎ-প্রবাহ পরিচালিত করিলে Zn^{2+} আয়ন ক্যাথোডে যাইয়া উহার সংস্পর্শে ইলেকট্রন গ্রহণ করিয়া ধাতব জিংকে পরিণত হয়। OH^- আয়ন অ্যানোডে যাইয়া ইলেকট্রন পরিত্যাগ করিয়া OH মূলকে পরিণত হয় এবং OH মূলক যুক্ত হইয়া অ্যানোড হইতে অক্সিজেন নির্গত হয়।

ক্যাথোডে : $Zn^{2+} + 2e^- = Zn$

অ্যানোড : $4OH^- - 4e^- = 2H_2O + O_2$ ।

পদ্ধতি (i) জিংক ব্লেণ্ডের গাঢ়ীকরণ—248 নং প্রশ্নোত্তর দেখ।

(ii) **বিশুদ্ধ জিংক সালফেট দ্রবণ প্রস্তুতি**—গাঢ়ীকৃত জিংক ব্লেণ্ডকে 700° সেন্টিগ্রেডের নীচে বায়ু-প্রবাহে তাপ-জারিত করা হয়। জিংক সালফাইড জিংক সালফেটে পরিণত হয়। $ZnS + 2O_2 = ZnSO_4$। উৎপন্ন জিংক সালফেটকে লঘু

সালফিউরিক অ্যাসিডের দ্বারা দ্রবীভূত করা হয়। জিংক সালফেটের দ্রবণে নানা প্রকার অপদ্রব্য থাকে। ইহাতে চুন-গোলা (milk of lime) যোগ করিলে আয়রন ও অ্যালুমিনিয়াম উহাদের হাইড্রক্সাইডরূপে এবং সিলিকা ক্যালসিয়াম সিলিকেটরূপে অধঃক্ষিপ্ত হয়। ফিলটার করিয়া অধঃক্ষেপ দ্রবণ হইতে পৃথক করা হয়। দ্রবণে (পরিস্রুত) অতিরিক্ত জিংক চূর্ণ মিশ্রিত করিয়া নাড়িয়া দিলে কপার, ক্যাডমিয়াম ইত্যাদি ধাতুগুলি লবণ হইতে মুক্ত হইয়া অধঃক্ষিপ্ত হয় এবং ফিলটার করিয়া পৃথক করা হয়। পরিস্রুতে বিশুদ্ধ জিংক সালফেট দ্রবণ পাওয়া যায়।

(iii) **তড়িৎ-বিশ্লেষণ** –জিংক সালফেট দ্রবণে লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড মিশাইয়া লেড অ্যানোড ও অ্যালুমিনিয়াম ক্যাথোডের সাহায্যে তড়িৎ-বিশ্লেষণ করা হয়। ক্যাথোডে জিংক জমা হয় এবং উহা চাঁছিয়া বাহির করিয়া লওয়া হয়। এই জিংক 99·95% বিশুদ্ধ।

Q. 250. State the properties and uses of zinc.

[H. S. 1961 , 1967]

[জিংকের ধর্ম ও ব্যবহার বিবৃত কর।]

Ans. ভৌতধর্ম—জিংক নীলাভ সাদা ধাতু। 100°C-এর কম ও 200°C-এর অধিক তাপমাত্রায় ইহা ভঙ্গুর কিন্তু 100°—150°C-এর মধ্যে ইহা ঘাতসহ ও প্রসার্য। গলনাংক 419°C, ঘনত্ব 7·14। ইহা তাপ ও তড়িৎ-পরিবাহী।

রাসায়নিক ধর্ম—(i) আর্দ্র বায়ুতে জিংকের উপর বেসিক কার্বনেটের আস্তরণ পড়ে। বায়ুতে বা অক্সিজেনে, তীব্র উত্তপ্ত করিলে সবুজ আভাযুক্ত শিখা সহ জ্বলিতে থাকে। জিংক অক্সাইড উৎপন্ন হয়। $2Zn+O_2=2ZnO$। (ii) বিশুদ্ধ জিংকের উপর জলের কোন ক্রিয়া নাই কিন্তু সাধারণ জিংক ফুটন্ত জল বিযোজিত করিয়া জিংক হাইড্রক্সাইড ও হাইড্রোজেন উৎপন্ন করে। $Zn+2H_2O=Zn(OH)_2+H_2$। উত্তপ্ত জিংক স্টীমের সহিত বিক্রিয়া করিয়া জিংক অক্সাইড ও হাইড্রোজেন উৎপন্ন করে। $Zn+H_2O=ZnO+H_2$ (iii) লঘু HCl বা H_2SO_4-এ জিংক দ্রবীভূত হইয়া হাইড্রোজেন উৎপাদন করে এবং জিংক ক্লোরাইড বা সালফেট উৎপন্ন হয়। $Zn+2HCl=ZnCl_2+H_2$; $Zn+H_2SO_4=ZnSO_4+H_2$। গাঢ় H_2SO_4-এর সহিত উত্তপ্ত করিলে জিংক সালফেট উৎপন্ন

হয় এবং H_2SO_4 বিজারিত হইয়া সালফার ডাই-অক্সাইড নির্গত হয়। $Zn+2H_2SO_4=ZnSO_4+SO_2+2H_2O$ জিংক নাইট্রিক অ্যাসিডে দ্রবীভূত হইয়া জিংক নাইট্রেট উৎপন্ন করে। অ্যাসিডের গাঢ়তা ও তাপমাত্রা অনুযায়ী নাইট্রিক অ্যাসিড, নাইট্রাস্ অক্সাইড,নাইট্রিক অক্সাইড,নাইট্রোজেন ডাই-অক্সাইড,অ্যামোনিয়াম নাইট্রেট ইত্যাদিতে বিজারিত হয়। গাঢ় ও উত্তপ্ত অ্যাসিডে: $Zn+4HNO_3=Zn(NO_3)_2+2H_2O+2NO_2$ শীতল ও লঘু অ্যাসিডে: $3Zn+8HNO_3=3Zn(NO_3)_2+4H_2O+2NO$. (iv) কষ্টিক সোডা বা পটাস দ্রবণে চূর্ণ জিংক দিয়া ফুটাইলে হাইড্রোজেন উৎপন্ন হয় এবং সোডিয়াম বা পটাসিয়াম জিংকেট উৎপন্ন হয়।—$Zn+2NaOH=Zn(ONa)_2+H_2$. (v) ক্লোরিন গ্যাসে জিংক উত্তপ্ত করিলে অনার্দ্র জিংক ক্লোরাইড উৎপন্ন হয়। $Zn+Cl_2=ZnCl_2$. (vi) কপার, সিলভার, লেড ইত্যাদি ধাতুর লবণের দ্রবণ হইতে জিংক ঐ ধাতুগুলিকে প্রতিস্থাপিত করে। কারণ, তাড়িৎ-রাসায়নিক পর্যায়ে জিংকের অবস্থান এই ধাতুগুলির উপরে। $CuSO_4+Zn=ZnSO_4+Cu$.

ব্যবহার—লৌহের উপর দস্তা লেপনে, বৈদ্যুতিক সেল প্রস্তুত করিতে, পিতল, কাঁসা ও জার্মান সিলভার ইত্যাদি ধাতু-সংকর প্রস্তুত করিতে, জিংক হোয়াইট্ (ZnO) প্রস্তুত করিতে, সিক্ত পদ্ধতিতে সিলভার ও গোল্ড নিষ্কাশনে জিংক ব্যবহৃত হয়।

Q. 251. Write a short note on galvanising.

[H S. 1961 (Comp.), 1962, '65 (Comp.); '68, '70 (Comp.)]

Compare it with tin plating. [H S 1962, '65 (Comp.)]

[দস্তা-লেপন সম্বন্ধে সংক্ষিপ্ত টীকা লিখ। দস্তা-লেপনের সহিত টিন লেপনের তুলনা কর।]

Ans. দস্তা-লেপন—মরিচা-পড়া নিবারণের জন্য লৌহের উপর দস্তা-লিপ্ত করিবার পদ্ধতিকে দস্তা-লেপন বলে। নিম্নলিখিত উপায়ে দস্তা-লেপন করা হইয়া থাকে। (i) লৌহদ্রব্যকে প্রথমে বালু দ্বারা ঘষিয়া ও পরে লঘু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডে ডুবাইয়া পরিষ্কার করা হয়। সামান্য অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইডমিশ্রিত গলিত জিংকের মধ্যে ডুবাইলে লৌহের উপর জিংকের আস্তরণ পড়ে। (ii) পরিষ্কার লৌহ-দ্রব্যের উপর জিংক-চূর্ণ মাখাইয়া উহাকে 300°-400° সেন্টিগ্রেডে কয়েক ঘণ্টা

-উত্তপ্ত করিলে লৌহের উপর দস্তার লেপন পড়ে। (iii) বিশুদ্ধ জিংক অ্যানোডরূপে ও পরিষ্কার লৌহ ক্যাথোডরূপে ব্যবহার করিয়া জিংক সালফেট বা সায়ানাইডের দ্রবণের তড়িৎ-বিশ্লেষণ দ্বারাও দস্তা-লেপন করা হয়। করগেট (corrugated iron), বালতি, মগ ইত্যাদি দস্তা-লিপ্ত লৌহ দ্বারা প্রস্তুত করা হয়। দস্তা-লিপ্ত লৌহে কোন স্থানের দস্ত উঠিয়া গেলে সেই স্থানেই লৌহতে মরিচা পড়ে, অন্য স্থান আক্রান্ত হয় না।

গলিত টিনের মধ্যে পরিষ্কার লৌহ ডুবাইয়া উহার উপর টিনের লেপন দেওয়াকে টিন-লেপন বলে। লৌহকে মরিচার হাত হইতে রক্ষা করিবার জন্য উহার উপর দস্তা ও টিনের লেপন দেওয়া হয়। দস্তা-লিপ্ত লৌহের কোন স্থান অনাবৃত হইলে কেবলমাত্র সেই স্থানের লৌহের উপরই মরিচা পড়ে। কিন্তু টিন-লিপ্ত লৌহের কোন স্থান অনাবৃত হইলে সেই স্থানের লৌহ অধিকতর অল্প সময়ের মধ্যে আক্রান্ত হয় এবং ক্রমে ক্রমে সমস্ত লৌহই আক্রান্ত হয়। তাড়িত-রাসায়নিক পর্যায়ে লৌহ (আয়রন) দস্তার (জিংক) নীচে কিন্তু টিনের উপরে অবস্থিত। অর্থাৎ আয়রন টিন অপেক্ষা এবং জিংক আয়রন অপেক্ষা অধিকতর পরা-তড়িৎসম্পন্ন ধাতু। সেইজন্য জিংক অক্সিজেন ও জলীয় বাষ্পের উপস্থিতিতে Zn^{2+} আয়ন উৎপাদন করিয়া দ্রবীভূত হয় কিন্তু আয়রনের কোন পরিবর্তন হয় না। অপরপক্ষে, টিন-লেপনের ক্ষেত্রে আয়রন Fe^{2+} আয়ন উৎপন্ন করিয়া দ্রবীভূত হয় এবং সহজেই আয়রন আক্রান্ত হইয়া পড়ে।

Q. 252. Name, with formulae, the important minerals of aluminium. How is aluminium extracted from bauxite ore?

[H.S. 1960, 1962 (Comp.), '64, '65 (Cmomp.), '67, '69]

[সংকেত সহ অ্যালুমিনিয়ামের প্রধান খনিজগুলির নাম লিখ। বক্সাইট আকরিক হইতে কিরূপে অ্যালুমিনিয়াম নিষ্কাশিত করা হয়?]

Ans. **খনিজ**—(i) বক্সাইট $Al_2O_3, 2H_2O$, করানডাম, এমেরি Al_2O_3, কেওলিন $Al_2O_3, 2SiO_2, 2H_2O$; ক্রায়োলাইট $AlF_3, 3NaF$; স্পিনেল MgO, Al_2O_3।

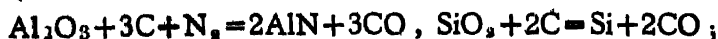
নিষ্কাশন—বক্সাইট ($Al_2O_3, 2H_2O$) আকরিক হইতে অ্যালুমিনিয়াম

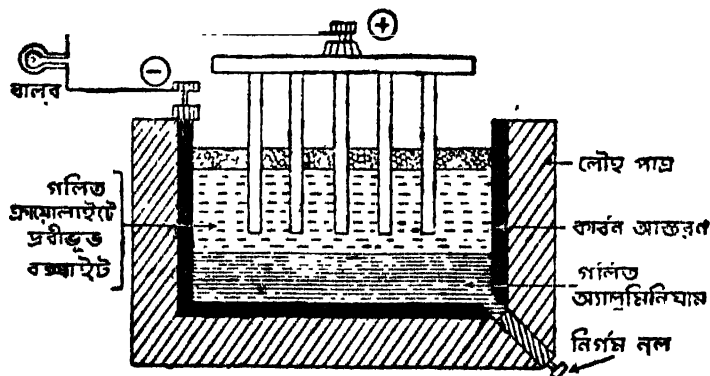
নিষ্কাশিত করা হয়। বক্সাইটে আয়রন অক্সাইড ও সিলিকা প্রধান অপদ্রব্যরূপে থাকে। সুতরাং নিষ্কাশনের পূর্বে বক্সাইটকে বিশুদ্ধ করা হয়।

(i) **বক্সাইট বিশুদ্ধিকরণঃ বায়ার-পদ্ধতি**—বক্সাইটে সিলিকার পরিমাণ কম (7%এর নীচে) থাকিলে এই পদ্ধতিতে উহা বিশুদ্ধ করা হয়। চূর্ণ ভস্মীভূত (calcined) বক্সাইট একটি আবদ্ধ পাত্রে গাঢ় কষ্টিক সোডা দ্রবণের (45%) সহিত মিশ্রিত করিয়া প্রায় 6 গুণ বায়ুমণ্ডলীয় চাপে ও 150° সেন্টিগ্রেডে উত্তপ্ত করা হয়। ফলে সমস্ত অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইড সোডিয়াম অ্যালুমিনেট উৎপন্ন করিয়া দ্রবীভূত হইয়া যায়। কিছুটা সিলিকাও সোডিয়াম সিলিকেটরূপে দ্রবীভূত হয় কিন্তু ফেরিক অক্সাইড অপরিবর্তিত থাকে। ফিলটার করিয়া অদ্রাব্য ফেরিক অক্সাইডকে দ্রবণ হইতে পৃথক করা হয়। দ্রবণে আরও জল দিয়া লঘু করা হয় এবং উহাতে সদ্য-প্রস্তুত সামান্য অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রক্সাইড মিশাইয়া উত্তমরূপ আলোড়িত করা হয়। সোডিয়াম অ্যালুমিনেট আর্দ্র-বিশ্লেষিত হইয়া অদ্রাব্য অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রক্সাইড অধঃক্ষিপ্ত হয়। ফিলটার করিয়া অধঃক্ষেপ জল দ্বারা ধৌত করা হয় এবং উহাকে তীব্র উত্তপ্ত করিলে (1100°C) উহা হইতে জল নির্গত হইয়া বিশুদ্ধ অ্যালুমিনা (Al_2O_3) উৎপন্ন হয়। $Al_2O_3 + 2NaOH = 2NaAlO_2 + H_2O$, $2NaAlO_2 + 4H_2O \rightleftharpoons 2Al(OH)_3 + 2NaOH$, $2Al(OH)_3 = Al_2O_3 + 3H_2O$।

সারপেক-পদ্ধতি—অধিক পরিমাণ সিলিকাযুক্ত বক্সাইটকে বিশুদ্ধিকরণের জন্য বক্সাইটকে কোকচূর্ণের সহিত মিশ্রিত করিয়া নাইট্রোজেন গ্যাস প্রবাহে 1800° সেন্টিগ্রেডে উত্তপ্ত করা হয়। বক্সাইটের অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইড নাইট্রাইডে পরিণত হয় এবং সিলিকা কার্বন দ্বারা বিজারিত হইয়া সিলিকনে পরিণত হয় এবং বাষ্পীভূত হইয়া যায়। অ্যালুমিনিয়াম নাইট্রাইডকে স্টীম দ্বারা বিযোজিত করিয়া অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রক্সাইডে পরিণত করা হয়। অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রক্সাইডকে তীব্র উত্তপ্ত করিলে অ্যালুমিনা উৎপন্ন হয়।

$$Al_2O_3 + 3C + N_2 = 2AlN + 3CO, \quad SiO_2 + 2C = Si + 2CO;$$

$$AlN + 3H_2O = Al(OH)_3 + NH_3; \quad 2Al(OH)_3 = Al_2O_3 + 3H_2O$$

(ii) **তড়িৎ-বিশ্লেষণ**—অ্যালুমিনার তড়িৎ-বিশ্লেষণের জন্য লৌহ-নির্মিত ট্যাংক ব্যবহৃত হয়। ট্যাংকের ভিতরের দেওয়ালে গ্রাফাইট-কার্বনের আস্তরণ থাকে—ইহা

ক্যাথোডের কাজ করে। একটি তামার দণ্ডের সাহায্যে কয়েকটি গ্রাফাইট দণ্ড ট্যাংকের মধ্যে ঝুলানো থাকে—ইহা অ্যানোডের কাজ করে। ট্যাংকের মধ্যে ক্রায়োলাইট ও ফ্লোরস্পার লইয়া মিশ্রণটি তড়িতের সাহায্যে গলানো হয় এবং গলিত মিশ্রণে অ্যালুমিনা চূর্ণ দ্রবীভূত করা হয়। অ্যালুমিনা, ক্রায়োলাইট ও ফ্লোরস্পার এরূপ অনুপাতে (1 : 3 : 1) লওয়া হয় যাহাতে গলিত মিশ্রণটি 900°—950° সেন্টিগ্রেডের মধ্যে থাকে। গ্রাফাইট-অ্যানোড গলিত মিশ্রণে আংশিক ডুবানো থাকে। তড়িৎপ্রবাহ পরিচালিত করিলে অ্যালুমিনা বিশ্লিষ্ট হয় এবং অ্যালুমিনিয়াম ক্যাথোডে মুক্ত হইয়া গলিত অবস্থায় ক্রায়োলাইট-মিশ্রণের নীচে জমিতে থাকে। প্রয়োজনমত

68 নং চিত্র—অ্যালুমিনার তড়িৎ-বিশ্লেষণ

নীচের নির্গম-নল দিয়া অ্যালুমিনিয়াম বাহির করিয়া লওয়া হয়। অক্সিজেন অ্যানোডে নির্গত হয় এবং উচ্চ তাপমাত্রায় গলিত-মিশ্রণের উপর ছড়ান কোক-চূর্ণের সহিত জলিয়া CO ও CO_2 উৎপন্ন করে। ইহাতে অ্যানোডের ক্ষয় অনেকাংশে হ্রাস পায়। তড়িৎ-বিশ্লেষণের ফলে অ্যালুমিনার পরিমাণ কমিয়া গেলে বর্তনীতে (circuit) সংলগ্ন একটি বাল্ব জলিয়া উঠে। তখন ইহাতে আবার অ্যালুমিনা দেওয়া হয় এবং এইরূপে তড়িৎ-বিশ্লেষণ অবিরাম চলিতে থাকে। এই অ্যালুমিনিয়াম 99% বিশুদ্ধ।

বিক্রিয়া : $Al_2O_3 = 2Al^{3+} + 3O^{2-}$

ক্যাথোডে : $2Al^{3+} + 6e^- = 2Al$; অ্যানোডে : $3O^{2-} - 6e^- = 3O$;

$3O + 3O = 3O_2 \uparrow$

(iii) তড়িৎ-বিশোধন—একটি তড়িৎ-বিশ্লেষ্য সেলে বিভিন্ন ঘনত্বের তিনটি তরল-স্তর থাকে। একেবারে উপরের বিশুদ্ধ গলিত অ্যালুমিনিয়াম-স্তরকে ক্যাথোড এবং একেবারে নীচের অবিশুদ্ধ অ্যালুমিনিয়াম ও কপারের গলিত ধাতু-সংকরের স্তরকে অ্যানোড করা হয়। এই স্তরের মধ্যে গলিত ক্রায়োলাইট ও বেরিয়াম ফ্লুওরাইডের মিশ্রণ থাকে। তড়িৎ-প্রবাহের ফলে অ্যানোড হইতে অ্যালুমিনিয়াম দ্রবীভূত হয় এবং ক্যাথোডে বিশুদ্ধ অ্যালুমিনিয়াম (99·99%) সঞ্চিত হয়।

ক্যাথোডে : $Al^{3+}+3e^{-}=Al$; অ্যানোডে : $Al-3e^{-}=Al^{3+}$

Q. 253. State the important properties and uses of aluminium.

[অ্যালুমিনিয়ামের প্রধান ধর্ম ও ব্যবহার বিবৃত কর।]

Ans. **অ্যালুমিনিয়ামের ধর্ম :** ভৌত—অ্যালুমিনিয়াম নীলাভযুক্ত সাদা রংয়ের খুব হাল্কা (ঘনত্ব 2·70) ধাতু। ইহা খুব নমনীয় ও প্রসার্যমান—পাতে বা তারে পরিণত করা যায়। ইহা উত্তম তাপ ও তড়িৎ-পরিবাহী। গলনাংক 659°C।

রাসায়নিক ধর্ম—(i) বায়ুতে রাখিলে অ্যালুমিনিয়ামের গায়ে উহার অক্সাইডের একটি পাতলা আস্তরণ পড়ে। বায়ুতে বা অক্সিজেনে Al-চূর্ণ বা পাত উত্তপ্ত করিলে ইহা উজ্জ্বল শিখার সহিত জ্বলিতে থাকে এবং অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইড ও অ্যালুমিনিয়াম নাইট্রাইড উৎপন্ন হয়। $4Al+3O_2=2Al_2O_3$; $2Al+N_2=2AlN$.

(ii) অ্যালুমিনিয়াম ফুটন্ত জলকে এবং উহার পারদ-সংকর সাধারণ তাপমাত্রায় জলকে বিশ্লিষ্ট করে এবং হাইড্রোজেন ও অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রক্সাইড উৎপন্ন হয়। $2Al+6H_2O=2Al(OH)_3+3H_2$। (iii) পাতলা ও গাঢ় HCl-এ অ্যালুমিনিয়াম দ্রবীভূত হইয়া হাইড্রোজেন উৎপন্ন করে। $2Al+6HCl=2AlCl_3+3H_2$। উত্তপ্ত ও গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডের সহিত অ্যালুমিনিয়াম সালফেট উৎপন্ন হয় এবং সালফিউরিক অ্যাসিড সালফার ডাই-অক্সাইডে বিজারিত হয়। $2Al+6H_2SO_4=Al_2(SO_4)_3+3SO_2+6H_2O$। (iv) কষ্টিক সোডা বা পটাস দ্রবণের সহিত উত্তপ্ত করিলে হাইড্রোজেন নির্গত হয় এবং সোডিয়াম বা পটাসিয়াম অ্যালুমিনেট উৎপন্ন হয়। $2Al+2NaOH+2H_2O=2NaAlO_2+3H_2$। (v) উত্তপ্ত অবস্থায় ক্লোরিন, নাইট্রোজেন ও সালফারের সহিত সরাসরি

যুক্ত হইয়া যথাক্রমে অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইড, নাইট্রাইড ও সালফাইড উৎপন্ন করে। $2Al+3Cl_2=2AlCl_3$; $2Al+N_2=2AlN$; $2Al+3S=Al_2S_3$। (vi) উচ্চ তাপমাত্রায় অক্সিজেনের প্রতি ইহার আসক্তি খুব বেশী বলিয়া অপেক্ষাকৃত কম পরা-তড়িৎযুক্ত ধাতব অক্সাইড (যথা, ফেরিক অক্সাইড)-কে ধাতুতে (আয়রনে) বিজারিত করে। $2Al+Fe_2O_3=2Fe+Al_2O_3$। (vii) কপার সালফেট-দ্রবণে অ্যালুমিনিয়াম রাখিলে ইহা দ্রবীভূত হইয়া যায় এবং প্রতিস্থাপিত কপার অধঃক্ষিপ্ত হয়, কারণ Al কপার অপেক্ষা বেশী পরা তড়িৎসম্পন্ন ধাতু।

$$2Al+3CuSO_4=Al_2(SO_4)_3+3Cu$$

ব্যবহার—ম্যাগ্নেশিয়াম, ডুরালুমিন ইত্যাদি হাল্কা অথচ ঘাতসহ ধাতু সংকর প্রস্তুতির জন্য, বৈদ্যুতিক তার, রাঁধিবার বাসনপত্র নির্মাণে, থার্মিট পদ্ধতিতে, অ্যালুমিনিয়াম চূর্ণ রং হিসাবে এবং পাতরূপে চকোলেট, সিগারেট মুড়িবার জন্য ব্যবহৃত হয়।

Q. 254. Write a note on Thermit process.

[H. S. 1969 ; '70 (Comp.)]

[থার্মিট-পদ্ধতি সম্বন্ধে সংক্ষিপ্ত টীকা লিখ।]

Ans. **থার্মিট-পদ্ধতি**—উচ্চ তাপমাত্রায় অক্সিজেনের প্রতি অ্যালুমিনিয়ামের তীব্র আসক্তির জন্য তাড়িত-রাসায়নিক পর্যায়ে উহার নিম্নে অবস্থিত ধাতুর অক্সাইডকে (যথা, ফেরিক অক্সাইড, ক্রোমিক অক্সাইড) অ্যালুমিনিয়াম বিজারিত করিয়া ধাতুতে পরিণত করে। $2Al+Fe_2O_3=2Fe+Al_2O_3$। বিক্রিয়াকালে এত তাপ উৎপন্ন হয় যে ধাতু গলিত অবস্থায় থাকে। এই পদ্ধতির সাহায্যে ক্রোমিয়াম নিষ্কাশিত করা হয় এবং লোহার রেল ও যন্ত্রপাতি স্বস্থানে রাখিয়াই জোড়া দেওয়া যায়।

অগ্নিসহ মৃত্তিকা-নির্মিত মুচিতে অ্যালুমিনিয়াম চূর্ণ ও ফেরিক অক্সাইডের মিশ্রণ (থার্মিট-মিশ্রণ, thermit mixture) লইয়া মিশ্রণের উপর একটু পটাশিয়াম ক্লোরেট, বেরিয়াম পার-অক্সাইড ও ম্যাগনেশিয়াম রাখা হয়। উহাতে অগ্নিসংযোগ করিলে প্রচণ্ড বিক্রিয়া হয় এবং ফেরিক অক্সাইড বিজারিত হইয়া আয়রনে পরিণত হয়। উদ্ভূত তাপে (2500°C) উৎপন্ন আয়রন গলিত অবস্থায় থাকে এবং মুচির নীচের

ছিদ্র-পথ দিয়া, রেলের বা যন্ত্রপাতির যে ভগ্ন স্থান জুড়িতে হইবে সেই স্থানে সরাসরি পড়ে। ঠাণ্ডা হইলে উহা জোড়া লাগিয়া যায়।

Q. 255. What are the important minerals of lead ? Describe without entering into details, how lead is obtained from galena.
[H.S. 1960 (Comp.) ; '61 ; '63 (Comp.) ; '64 ; '66 (Comp.) ; '68 ; '71]

[লেডের প্রধান খনিজগুলি কি কি ? গ্যালেনা হইতে কিরূপে লেড পাওয়া যায় তাহা বিবৃত কর। সবিশেষ বর্ণনার প্রয়োজন নাই।]

Ans. **লেডের খনিজ**—গ্যালেনা PbS ; অ্যাংলেসাইট $PbSO_4$; সেরুসাইট $PbCO_3$; লানার্কাইট $PbSO_4$, PbO ইত্যাদি লেডের খনিজ।

গ্যালেনা হইতে লেড প্রস্তুতি—(i) **আকরিকের গাঢ়ীকরণ**—চূর্ণ গ্যালেনার (PbS) সহিত জল ও অল্প পরিমাণ পাইন তেল মিশ্রিত করিয়া মিশ্রণকে বায়ু দ্বারা আলোড়িত করিলে গ্যালেনা-চূর্ণ ফেনার সহিত উপরে ভাসিয়া উঠে। অপদ্রব্যগুলি জল দ্বারা সিক্ত হইয়া নীচে জমা হয়। উপর হইতে গ্যালেনা চূর্ণ অপসারিত করিয়া শুষ্ক করা হয়।

(ii) **তাপ-জারণ**—গাঢ়ীকৃত গ্যালেনা-চূর্ণ কিছু কোক ও চুনের সহিত মিশ্রিত করিয়া বায়ুপ্রবাহে উত্তপ্ত করা হয়। লেড সালফাইড উত্তপ্ত বায়ু দ্বারা জারিত হইয়া লেড অক্সাইডে পরিণত হয় এবং উচ্চ তাপমাত্রায় ইহা ডেলা পাকাইয়া যায়। $2PbS + 3O_2 = 2PbO + 2SO_2$। চুন লেড অক্সাইড অপেক্ষা বেশী ক্ষারকীয় বলিয়া লেড সালফেট ও লেড সিলিকেট উৎপাদন নিবারণ করে। যদি কোন লেড সিলিকেট উৎপন্ন হয়, চুন তাহা বিযোজিত করিয়া লেড অক্সাইড উৎপাদন করে। $PbSiO_3 + CaO = CaSiO_3 + PbO$।

(iii) **বিগলন**—ডেলা পাকানো লেড অক্সাইডকে ছোট ছোট টুকরা করা হয় ইহার সহিত কোক চূর্ণ ও বিগালক হিসাবে কিছু ফেরিক অক্সাইড ও চুন মিশ্রিত করিয়া মিশ্রণটিকে বায়ুপ্রবাহে তীব্র উত্তপ্ত করিয়া বিগলিত করা হয়। খানিকটা কার্বন কার্বন-মনোক্সাইডে পরিণত হয় এবং তীব্র তাপের সৃষ্টি করে। উচ্চ তাপমাত্রায় লেড অক্সাইড কার্বন-মনোক্সাইড ও কার্বন দ্বারা বিজারিত হইয়া লেডে পরিণত হয় $PbO + CO = Pb + CO_2$; $PbO + C = Pb + CO$। ফেরিক অক্সাইড কার্বন

দ্বারা বিজারিত হইয়া আয়রন উৎপন্ন করে এবং এই আয়রন কোন অপরিবর্তিত লেড সালফাইড থাকিলে তাহাকে লেডে পরিণত করে।

$2PbS+Fe_2O_3+3C=2FeS+2Pb+3CO$। খনিজের সিলিকা চুনের সহিত ক্যালসিয়াম সিলিকেট উৎপন্ন করে। $CaO+SiO_2=CaSiO_3$।

আয়রন সালফাইড ও ক্যালসিয়াম সিলিকেটের গলিত ধাতুমল গলিত লেডের উপর ভাসিতে থাকে এবং উহাদিগকে ভিন্ন ভিন্ন নির্গম-নল দিয়া বাহির করিয়া লওয়া হয়।

(iv) বিশুদ্ধিকরণ—এই লেডকে বায়ুর সংস্পর্শে গলাইলে সিলভার ব্যতীত অন্যান্য মিশ্রিত পদার্থগুলি জারিত হয় এবং উহাদের কতকগুলি সরের মত উপরে ভাসিয়া উঠে এবং কতকগুলি গ্যাসরূপে বাহির হইয়া যায়। সরটি অপসারিত করিয়া বিশুদ্ধ লেড সংগ্রহ করা হয়।

Q. 256. State the properties and uses of lead.

[H. S. (Comp.) 1960, 1971]

[লেডের ধর্ম ও ব্যবহার বিবৃত কর।]

Ans. **লেডের ধর্ম : ভৌত**—লেড ধূসর বর্ণের খুব ভারী (ঘনত্ব 11·34) ধাতু, নরম ও প্রসার্যমান—কাগজে ঘষিলে কালো দাগ পড়ে। গলনাংক 327°C।

রাসায়নিক ধর্ম—(i) আর্দ্র বায়ু ও CO_2-এর উপস্থিতিতে লেডের উপর ক্ষারকীয় কার্বনেটের স্তর পড়ে—স্তরের জন্য আর কোন ক্রিয়া হয় না। বায়ুতে উত্তপ্ত করিয়া গলাইলে ইহা লেড মনোক্সাইডে (লিথার্জ) এবং শেষ পর্যন্ত রেড লেডে পরিণত হয়। $2Pb+O_2=2PbO$; $6PbO+O_2=2Pb_3O_4$। (ii) অক্সিজেন-দ্রবীভূত জলে লেড হাইড্রক্সাইড উৎপন্ন হয় ; ইহা সামান্য দ্রাব্য। $2Pb+O_2+2H_2O=2Pb(OH)_2$; (iii) HCl বা H_2SO_4-এ লেড সহজে দ্রবীভূত হয় না, কারণ সামান্য বিক্রিয়াতেই লেডের উপর অদ্রাব্য ক্লোরাইড বা সালফেটের আস্তরণ পড়ে। উত্তপ্ত ও গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডকে ইহা সালফার ডাই-অক্সাইডে বিজারিত করে এবং অদ্রাব্য লেড সালফেট উৎপন্ন হয়। $Pb+2H_2SO_4=PbSO_4+SO_2+2H_2O$। লঘু নাইট্রিক অ্যাসিডে লেড সহজেই দ্রবীভূত হইয়া লেড নাইট্রেট উৎপন্ন করে এবং নাইট্রিক অ্যাসিড নাইট্রিক অক্সাইডে বিজারিত হয়।

$3Pb+8HNO_3=3Pb(NO_3)_2+2NO+4H_2O$ । (iv) ক্লোরিন ও সালফারের সহিত উত্তপ্ত করিলে যথাক্রমে লেড ক্লোরাইড ও লেড সালফাইড উৎপন্ন হয়। $Pb+Cl_2=PbCl_2$; $Pb+S=PbS$ । (v) লেড অ্যাসিটেট দ্রবণে জিংক দণ্ড রাখিলে জিংকের গায়ে সূচিকাকৃতি উজ্জ্বল স্ফটিক জমা হইবার ফলে ইহাকে একটি বৃক্ষের মত দেখায় (lead tree)। জিংক লেড অপেক্ষা অধিকতর পরা-তড়িৎ-সম্পন্ন ধাতু বলিয়া দ্রবণ হইতে লেডকে প্রতিস্থাপিত করে। $Pb(CH_3COO)_2+Zn=Pb+Zn(CH_3COO)_2$ । (vi) কষ্টিক সোডা বা পটাস দ্বারা লেড সোডিয়াম বা পটাসিয়াম প্লাম্বাইটে পরিণত হয়। $Pb+2NaOH=Na_2PbO_2+H_2$ ।

ব্যবহার—জলের পাইপ, ইলেকট্রিক তারের আবরক ও ঘরের ছাদের আচ্ছাদন প্রস্তুত করিবার জন্য, টাইপ মেটাল, রং-ঝাল, পিউটার ইত্যাদি ধাতু-সংকর এবং বন্দুকের গুলি, সীসশ্বেত (white lead) প্রভৃতিতে ইহা ব্যবহৃত হয়।

Q. 257. (a) State the preparation, properties and uses of litharge and red lead. [H. S. 1960 (Comp.) ; 1961 ; 1962 ; 1964]

[লিথার্জ ও রেড লেডের প্রস্তুতি, ধর্ম ও ব্যবহার উল্লেখ কর।]

(b) What is white lead ? What is its formula ? What is its use ?

[সীস-শ্বেত বা সফেদা কি ? উহার সংকেত ও ব্যবহার কি ?]

Ans. (a) **লিথার্জ-প্রস্তুতি**—লেড মনোক্সাইডকে লিথার্জ বলে এবং ইহার সংকেত PbO। ধাতব লেডকে বায়ুতে উত্তপ্ত করিলে হলুদ পাউডাররূপে লেড অক্সাইড পাওয়া যায়। ইহাকে ম্যাসিকট (massicot) বলে। ম্যাসিকটকে উত্তাপে গলাইয়া ঠাণ্ডা করিয়া চূর্ণ করিলে লালাভ হলুদ বর্ণের স্ফটিকাকার লেড অক্সাইড বা লিথার্জ উৎপন্ন হয়।

$$2Pb+O_2=2PbO$$ ।

ধর্ম—ম্যাসিকট হলুদ পাউডার এবং লিথার্জ লালাভ হলুদ বর্ণের স্ফটিক। উভয়ই লেড মনোক্সাইড (PbO)। লেড অক্সাইড উত্তপ্ত ও লঘু HCl-এর সহিত লেড ক্লোরাইড ও জল এবং উত্তপ্ত ও লঘু HNO_3-এর সহিত লেড নাইট্রেট ও জল উৎপন্ন করে। $PbO+2HCl=PbCl_2+H_2O$; $PbO+2HNO_3=$

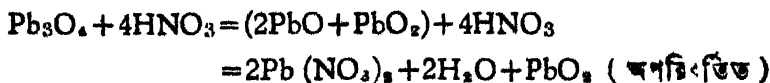
$Pb(NO_3)_2+H_2O$। এই বিক্রিয়া লেড মনোক্সাইডের ক্ষারকীয় ধর্ম প্রকাশ করে। উত্তপ্ত বলিষ্ঠ ক্ষারের সহিত প্লাম্বাইট লবণ ও জল উৎপন্ন করে। $PbO+2NaOH = Na_2PbO_2$ (সোডিয়াম প্লাম্বাইট) $+H_2O$। সুতরাং ইহার কিছুটা অ্যাসিড ধর্মও আছে। হাইড্রোজেন, কার্বন, কার্বন মনোক্সাইড উত্তপ্ত লেড মনোক্সাইডকে ধাতব লেডে বিজারিত করে।

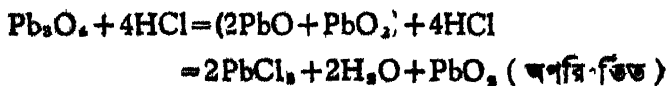
$$PbO+H_2=Pb+H_2O\ ,\ PbO+C=Pb+CO.$$

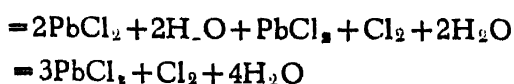
ব্যবহার—রং, বার্ণিশ, ফ্লিন্ট কাচ প্রস্তুত করিতে, মাটির বাসনের উপর প্রলেপ দিতে, লেড অ্যাসিটেট ও নাইট্রেট লবণ প্রস্তুত করিতে ইহা ব্যবহৃত হয়।

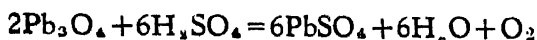
রেড লেড-প্রস্তুতি—রেড লেডের সংকেত Pb_3O_4। লেড মনোক্সাইডকে অতিরিক্ত বায়ুপ্রবাহে প্রায় 48 ঘণ্টা 340°—480° সেন্টিগ্রেডে উত্তপ্ত করিলে ইহা লাল বর্ণের রেড লেডে পরিণত হয়। রেড লেডকে ধৌত করিয়া শুষ্ক করা হয়। $6PbO+O_2=2Pb_3O_4$। [দ্রষ্টব্য : পূর্বে PbO-এর প্রস্তুতি বর্ণনা করিবে।]

ধর্ম—রেড লেড লাল পাউডার। 470°C তাপমাত্রার ঊর্ধ্বে উত্তপ্ত করিলে ইহা বিযোজিত হইয়া লেড মনোক্সাইড ও অক্সিজেনে পরিণত হয়। $2Pb_3O_4 = 6PbO+O_2$। অ্যাসিডের সহিত Pb_3O_4-এর রাসায়নিক ক্রিয়া দেখিয়া মনে হয় ইহার মধ্যে PbO এবং PbO_2—এই দুইটি অক্সাইড সংযুক্ত আছে। $Pb_3O_4 \rightarrow 2PbO+PbO_2$। উত্তপ্ত ও লঘু HNO_3 বা শীতল ও গাঢ় HNO_3 এর সহিত রেড লেড দ্রাব্য লেড নাইট্রেট ও অদ্রাব্য লেড ডাই-অক্সাইড উৎপন্ন করে। (ইহার PbO অংশ কেবলমাত্র অ্যাসিড দ্বারা আক্রান্ত হয়, PbO_2 অংশ অপরিবর্তিত থাকে।)

$$Pb_3O_4+4HNO_3=(2PbO+PbO_2)+4HNO_3$$
$$=2Pb(NO_3)_2+2H_2O+PbO_2 \text{ (অপরিবর্তিত)}$$

সেইরূপ উত্তপ্ত ও লঘু HCl-এর সহিত লেড ক্লোরাইড ও লেড ডাই-অক্সাইড উৎপন্ন হয়।

$$Pb_3O_4+4HCl=(2PbO+PbO_2)+4HCl$$
$$=2PbCl_2+2H_2O+PbO_2 \text{ (অপরিবর্তিত)}$$

গাঢ় ও উত্তপ্ত HCl-এর সহিত সাদা লেড ক্লোরাইড উৎপন্ন হয় এবং ক্লোরি নির্গত হয়। $Pb_3O_4+8HCl=(2PbO+4HCl)+(PbO_2+4HCl)$

$$=2PbCl_2+2H_2O+PbCl_2+Cl_2+2H_2O$$
$$=3PbCl_2+Cl_2+4H_2O$$

গাঢ় ও উত্তপ্ত সালফিউরিক অ্যাসিডের সহিত-অক্সিজেন নির্গত করে এবং সাদা অদ্রাব্য লেড সালফেট উৎপন্ন হয়।

$2Pb_3O_4+6H_2SO_4=6PbSO_4+6H_2O+O_2$

ব্যবহার—কাচ ও দেশলাই প্রস্তুতিতে এবং লাল রং হিসাবে ইহা ব্যবহৃত হয়।

(b). হোয়াইট্ লেড বা সীস-শ্বেত বা সফেদা—ইহা ক্ষারকীয় লেড কার্বনে এবং ইহার সংকেত $2PbCO_3, Pb(OH)_2$। ইহাকে তিসির তেলের সহিত মিশ্রিত করিয়া সাদা রঞ্জক হিসাবে ব্যবহার করা হয়। ইহার আবরণ-ক্ষমতা (covering power) খুব বেশী কিন্তু ইহা বিষাক্ত এবং বায়ুর হাইড্রোজেন সালফাইড দ্বারা কালো লেড সালফাইডে পরিণত হয়। ইহার ব্যবহারে এই দুইটি অসুবিধা আছে। লেড ভিনিগার (লঘু অ্যাসেটিক অ্যাসিড) ও কার্বন ডাই-অক্সাইডের বিক্রিয়ায় ইহা উৎপন্ন হয়।

Fe

Q. 258. Name the important minerals of iron. Describe how pig iron or cast iron is extracted from its ores. Give equations for chemical reactions involved.

[H. S. 1960, '61, '63, (Comp.), '66, '69 (Comp.), '70

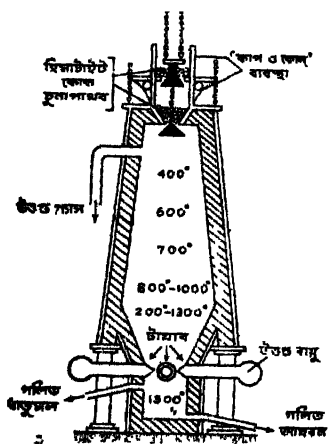
[আয়রনের খনিজগুলির নাম কর। আকরিক হইতে কাস্ট বা পিগ্ আয়রনের নিষ্কাশন বর্ণনা কর। রাসায়নিক ক্রিয়ার সমীকরণগুলি লিখ।]

Ans. খনিজ—রেড হিমাটাইট Fe_2O_3, ব্রাউন হিমাটাইট, $2Fe_2O_3$ $2H_2O$; ম্যাগনেটাইট Fe_3O_4; স্প্যাথিক্ আয়রন ওর $FeCO_3$; আয়রন পাইরাইটিস FeS_2।

আয়রন-নিষ্কাশন : (i) ভস্মীকরণ—অক্সাইড আকরিককে (হিমাটাইট Fe_2O_3) সামান্য পরিমাণ কয়লার সহিত পোড়াইয়া বায়ুতে উত্তপ্ত করা হয়। ক আকরিক হইতে জলীয় বাষ্প, কার্বন ডাই-অক্সাইড এবং সালফার ও আর্সেনি

অক্সাইডরূপে উড়িয়া যায় ; উহাতে কোন ফেরাস অক্সাইড থাকিলে ফেরিক অক্সাইডে পরিণত হয় এবং আকরিক ঝাঝরা ও হাল্কা হয়।

(ii) বিগলন—ভস্মীভূত আকরিক (Fe_2O_3). কোক ও চুনাপাথরের সহিত মিশ্রিত করিয়া তীব্র উত্তপ্ত করিলে ফেরিক অক্সাইড় কার্বন ও কার্বন মনোক্সাইড দ্বারা বিজারিত হইয়া আয়রনে পরিণত হয়। অপদ্রব্যগুলি চুনাপাথর হইতে উৎপন্ন চুনের সহিত বিক্রিয়া করিয়া ধাতুমলরূপে অপসারিত হয়।

69নং চিত্র—মারুত-চুল্লীতে আয়রন-নিষ্কাশন

এই বিগলন কার্য মারুত-চুল্লীতে করা হয়। মারুত-চুল্লী স্টীলের পাত দ্বারা তৈয়ারী এবং ইহার ভিতরের-দেওয়াল অগ্নিসহ মৃত্তিকার আবরণ-যুক্ত। উচ্চ চুল্লীটি উপর হইতে নীচের দিকে কিছুদূর পর্যন্ত ক্রমশঃ চওড়া হইয়া আসিয়া পুনরায় নীচের দিকে সরু হইয়া গিয়াছে। সর্বাপেক্ষা চওড়া স্থানকে "বস্" (bosh) বলে। উপাদানগুলি চুল্লীতে প্রবেশ করাইবার জন্য ইহার উপরদিকে "কাপ ও কোন্" (cup and cone) ব্যবস্থা আছে। কাপ ও কোন্' ব্যবস্থার কিছু নীচে একটি নির্গম-নলের সাহায্যে চুল্লীর ব্যয়িত উত্তপ্ত গ্যাস বাহির হইয়া যায়। চুল্লীর নীচের দিকে উহার চতুর্দিকে 'টায়ার' নামক কতকগুলি জল-প্রবাহে শীতলকরা লৌহ-নল থাকে—ইহার সাহায্যে চুল্লীতে শুষ্ক ও উত্তপ্ত বায়ু প্রবেশ করানো হয়। টায়ারের নীচে দুইটি পর পর নির্গম-পথ থাকে—উপরের নির্গম-পথ দিয়া ধাতুমল ও নীচের নির্গম-পথ দিয়া গলিত ধাতু বাহির করা হয়।

ভস্মীভূত আকরিক, কোক ও চুনাপাথরের মিশ্রণ (যথাক্রমে 5 : 2 : 7 অনুপাতে)

'কাপ ও কোন্' ব্যবস্থার সাহায্যে চুল্লীর অভ্যন্তরে প্রবেশ করানো হয়। টায়ারের মধ্য দিয়া চুল্লীর নীচ হইতে শুষ্ক ও উত্তপ্ত বায়ু চুল্লীর মধ্যে প্রবেশ করানো হয়। সিলিকা জেলের উপর প্রবাহিত করিয়া বায়ু শুষ্ক করিয়া চুল্লীর ব্যয়িত গ্যাসের সাহায্যে ইহাকে 700°—800° সেন্টিগ্রেড পর্যন্ত উত্তপ্ত করিয়া লওয়া হয়।

মারুত-চুল্লীর মধ্যে বিক্রিয়া—লোহিত-তপ্ত কোক চুল্লীর তাপমাত্রায় বায়ুর অক্সিজেনের সহিত যুক্ত হইয়া প্রধানতঃ কার্বন মনোক্সাইডে পরিণত হয় এবং প্রচুর তাপের সৃষ্টি হয়। $2C+O_2=2CO$। চুল্লীর ভিতরের তাপমাত্রা উপর হইতে নীচ পর্যন্ত ক্রমশঃ বৃদ্ধি পাইয়া থাকে। ইহার গলার নিকট তাপমাত্রা 300°—400°C এবং তলদেশের তাপমাত্রা প্রায় 1500°C। চুল্লীর ভিতরে নিম্নগামী আকরিক-মিশ্রণ উর্ধ্বগামী তপ্ত কার্বন মনোক্সাইড গ্যাসের সংস্পর্শে আসে এবং নানাপ্রকার বিক্রিয়া ঘটিয়া আয়রন উৎপন্ন হয়। 400°—900° সেন্টিগ্রেড তাপমাত্রা-বিশিষ্ট স্থানে ফেরিক অক্সাইড কার্বন মনোক্সাইড দ্বারা বিজারিত হইয়া আয়রনে পরিণত হয় এবং উৎপন্ন আয়রন স্পঞ্জের আকারে থাকে। $Fe_2O_3+3CO \rightleftharpoons 2Fe+3CO_2$। বিক্রিয়াটি উভমুখী বলিয়া অক্সাইডের বিজারণ এখানে সম্পূর্ণ হয় না। স্পঞ্জাকৃতি আয়রন জার্মান গ্যাস হইতে সালফার শোষণ করিয়া লয়। এই অংশে চুনাপাথর বিযোজিত হইয়া চুন ও কার্বন ডাই-অক্সাইড উৎপন্ন হয়। $CaCO_3 \rightleftharpoons CaO+CO_2$। চুল্লীর প্রায় মধ্যস্থলে এবং একটু নীচে (900°—1200°C) আয়রনের উপস্থিতিতে কার্বন মনোক্সাইড তাপে স্বতঃবিশ্লিষ্ট হইয়া সূক্ষ্ম কার্বন-কণা উৎপন্ন করে। $2CO \rightleftharpoons CO_2+C$। এই কার্বন দ্বারা অবশিষ্ট ফেরিক অক্সাইড বিজারিত হইয়া আয়রন উৎপন্ন হয়। $Fe_2O_3+3C=2Fe+3CO$। আকরিকের মধ্যে ফসফেট, ম্যাংগানিজ যৌগ এবং সিলিকার কিয়দংশ বিজারিত হইয়া যথাক্রমে P, Mn ও Si (সিলিকন)-এ পরিবর্তিত হয়। কিছু কার্বন এবং ঐ মৌলগুলি লৌহ-দ্বারা শোষিত হয়। $Ca_3(PO_4)_2+3SiO_2+5C=3CaSiO_3+2P+5CO$; $SiO_2+2C=Si+2CO$; $Mn_2O_3+3C=2Mn+3CO$। অবশিষ্ট সিলিকা চুনের সহিত বিক্রিয়া করিয়া ক্যালসিয়াম সিলিকেট উৎপন্ন করে। $CaO+SiO_2=CaSiO_3$। গলিত ক্যালসিয়াম সিলিকেট অ্যালুমিনিয়াম সিলিকেট ও অন্যান্য অপদ্রব্য শোষিত করিয়া ধাতুমল (slag) উৎপন্ন করে। চুল্লীর আরও নীচের

দিকে আসিয়া উচ্চতর তাপমাত্রায় (1400°—1500°C) ইহা সম্পূর্ণরূপে গলিয়া যায় এবং চুল্লীর তলদেশে জমা হয়।

গলিত লৌহের স্তরের উপর গলিত ধাতুমলের স্তর থাকে—ইহার জন্য লৌহ জারিত হয় না। উপযুক্ত সময় অন্তর গলিত ধাতুমল ও গলিত লৌহ উহাদের নির্গম-পথ দিয়া বাহিরে আনা হয়। গলিত লৌহ বালিতে ঠাণ্ডা করিয়া পিণ্ডে পরিণত করা হয় অথবা সরাসরি স্টীল প্রস্তুতির জন্য লইয়া যাওয়া হয়। ইহাকে পিগ্ আয়রন (pig iron) বা কাস্ট আয়রন (cast iron) বলে। ইহাতে 2–5% কার্বন, 0·5–2% সিলিকন, 0·2—1% ম্যাংগানিজ, 0·7% ফসফরাস এবং 0·3—1% সালফার থাকে।

Q. 259. Describe the conditions and reactions of preparation of steel from cast iron. Description of any of the processes is not required. [H. S. 1960 ; '62 ; '64 (Comp.) ; '66 ; '67 (Comp.)]

[কাস্ট আয়রন হইতে স্টীল-প্রস্তুতির শর্ত ও বিক্রিয়াগুলি বিবৃত কর। কোন পদ্ধতির সবিশেষ বর্ণনার প্রয়োজন নাই।]

Ans. কাস্ট আয়রনে 2—5% কার্বন এবং উহার সহিত সামান্য পরিমাণ Si, P, Mn ও S মিশ্রিত থাকে। স্টীলে ·15—1·5% কার্বন থাকে। কাস্ট আয়রনের অপদ্রব্যগুলি প্রথমে জারিত করিয়া ধাতুমলরূপে অপসারিত করা হয় এবং পরে এই বিশুদ্ধ আয়রনে উপযুক্ত পরিমাণ কার্বন যোগ করিয়া উহাকে স্টীলে পরিণত করা হয়। স্টীল প্রস্তুত করিবার দুইটি পদ্ধতি প্রচলিত আছে। (i) বেসিমার-পদ্ধতি (Bessemer process) ও সিমেন্স মার্টিন ওপেন হার্থ-পদ্ধতি (Siemens-Martin open hearth process)।

(i) বেসিমার-পদ্ধতি—কাস্ট আয়রনে ফসফরাস না থাকিলে 'অ্যাসিড-পদ্ধতি' এবং ফসফরাস থাকিলে 'ক্ষারকীয় পদ্ধতি' অবলম্বিত হয়। যে চুল্লীতে (কনভার্টার) বিক্রিয়া ঘটান হয়, অ্যাসিড-পদ্ধতির সময়ে উহার ভিতরের দেওয়ালে সিলিকার আস্তরণ দেওয়া থাকে এবং ক্ষারকীয় পদ্ধতির সময় ভস্মীভূত ডলোমাইটের আস্তরণ দেওয়া থাকে। গলিত কাস্ট আয়রনের মধ্য দিয়া সবেগে বায়ু পরিচালিত করা হয়। কাস্ট আয়রনে ফসফরাস থাকিলে উহার সহিত কিছু কোক ও চুনাপাথর মিশ্রিত করিয়া লওয়া হয়। সিলিকন ও ম্যাংগানিজ জারিত হইয়া উহাদের অক্সাইডে

পরিণত হয় এবং ম্যাংগানিজ সিলিকেট ধাতুমল উৎপন্ন করে। সালফার উহার অক্সাইড হইয়া বাহির হইয়া যায়। কিছুটা আয়রন উহার অক্সাইডে জারিত হয় এবং উৎপন্ন আয়রন অক্সাইড অবশিষ্ট Mn ও Si-কে অক্সাইডে জারিত করে। অপদ্রব্যগুলির জারণের ফলে উৎপন্ন তাপ সমস্ত পদার্থকে গলিত অবস্থায় রাখে। $2Mn+O_2=2MnO$; $Si+O_2=SiO_2$; $S+O_2=SO_2$; $2Fe+O_2=2FeO$; $FeO+Mn=Fe+MnO$; $2FeO+Si=2Fe+SiO_2$; $MnO+SiO_2=MnSiO_3$। ইহার পর কার্বন জারিত হইয়া কার্বন মনোক্সাইডে পরিণত হয় এবং ইহা বাহির হইবার সময় ঈষৎ নীল শিখার সহিত জ্বলিতে থাকে। শিখা নিভিয়া গেলে বুঝা যায় যে কার্বন অপসারিত হইয়াছে। $2C+O_2=2CO$; $2CO+O_2=2CO_2$। বায়ুপ্রবাহ বন্ধ করিয়া গলিত বিশুদ্ধ আয়রনে (ইহাতে সামান্য আয়রন অক্সাইড দ্রবীভূত থাকে) উপযুক্ত পরিমাণ স্পাইজেলিসেন (spiegeleisen) অর্থাৎ কার্বন, আয়রন ও ম্যাংগানিজের ধাতু-সংকর যোগ করিয়া বায়ুপ্রবাহের সাহায্যে উত্তমরূপে মিশ্রিত করা হয়। Mn ও C প্রথমে গলিত আয়রনের দ্রবীভূত অক্সিজেন অপসারিত করে (de-oxidiser) এবং অবশিষ্ট কার্বন গলিত আয়রনে দ্রবীভূত হইয়া স্টীলের উপযুক্ত পরিমাণ কার্বন সরবরাহ করে এবং স্টীল উৎপন্ন হয়। উপরের ভাসমান হাল্কা ধাতুমল অপসারিত করিয়া স্টীল ছাঁচে ঢালা হয়।

ক্ষারকীয় পদ্ধতির ক্ষেত্রে Si, Mn পূর্বের ন্যায় প্রথমে জারিত হইয়া ধাতুমলে পরিণত হয়। অতঃপর কার্বন ও ফসফরাস যথাক্রমে কার্বন মনোক্সাইড ও ফসফরাস পেণ্টক্সাইডে জারিত হয় এবং কার্বন মনোক্সাইড ঈষৎ নীল শিখার সহিত জ্বলিতে থাকে। শিখা নিভিয়া যাইবার পরও বায়ুপ্রবাহ পরিচালিত করা হয় যাহাতে সমস্ত ফসফরাস উহার অক্সাইডরূপে অপসারিত হয়। P_2O_5 চুনের (মিশ্রিত চুণাপাথর হইতে চুন উৎপন্ন হয় ; $CaCO_3=CaO+CO_2$) সহিত বিক্রিয়া করিয়া ক্ষারকীয় ক্যালসিয়াম ফসফেট ধাতুমল উৎপন্ন করে। $4P+5O_2=2P_2O_5$; $4CaO+P_2O_5=Ca_3(PO_4)_2, CaO$। প্রথমে ধাতুমল অপসারিত করিয়া গলিত আয়রনে পূর্বের ন্যায় স্পাইজেলিসেন যোগ করিয়া উহাকে স্টীলে পরিণত করা হয়।

(ii) **সিমেন্স-মার্টিন ওপেন হার্থ-পদ্ধতি**—এই পদ্ধতিতে কাস্ট আয়রনের

অপদ্রব্যগুলি প্রধানতঃ ফেরিক অক্সাইডের অক্সিজেন দ্বারা এবং অবশিষ্টাংশ বায়ুর অক্সিজেন দ্বারা জারিত করা হয়। এই পদ্ধতি দুই উপায়ে প্রয়োগ করা হয়। কাস্ট আয়রনে ফসফরাস না থাকিলে চুল্লীর ভিতরের দেওয়ালে সিলিকার আস্তরণ দেওয়া হয় (অ্যাসিড-পদ্ধতি) এবং ফসফরাস থাকিলে ভস্মীভূত ডলোমাইটের আস্তরণ দেওয়া হয় (ক্ষারকীয় পদ্ধতি)। গলিত কাস্ট আয়রনের সহিত হিমাটাইট (Fe_2O_3) ও ছাঁটাই স্টীল (steel scrap) মিশ্রিত করিয়া গ্যাস ও বায়ুর সাহায্যে উত্তপ্ত করা হয়। কাস্ট আয়রনে ফসফরাস থাকিলে উহার সহিত অতিরিক্ত চুন মিশান হয়। সিলিকন, ম্যাংগানিজ, সালফার ও বেশির ভাগ কার্বন ও ফসফরাস হিমাটাইটের অক্সিজেন দ্বারা উহাদের অক্সাইডে জারিত হয়। MnO ও SiO_2 ধাতুমল উৎপন্ন করে এবং CO গ্যাস গলিত আয়রনের মধ্য দিয়া বুদ্বুদ্ আকারে বাহির হইয়া যায়। $2Fe_2O_3+3Si=3SiO_2+4Fe$; $Fe_2O_3+3Mn=3MnO+2Fe$, $2Fe_2O_3+3S=3SO_2+4Fe$। $Fe_2O_3+3C=3CO+2Fe$; $5Fe_2O_3+6P=3P_2O_5+10Fe$। অবশিষ্ট কার্বন ও ফসফরাস উত্তপ্ত বায়ুর অক্সিজেন দ্বারা জারিত হয়। অ্যাসিডধর্মী অক্সাইডগুলি ডলোমাইট হইতে উৎপন্ন CaO ও MgO এবং মিশ্রিত চুনাপাথর হইতে উৎপন্ন CaO-এর সহিত বিক্রিয়া করিয়া ধাতুমল উৎপন্ন করে। $CaCO_3, MgCO_3=CaO+MgO+2CO_2$, $CaO+SiO_2=CaSiO_3$, $3CaO+P_2O_5=Ca_3(PO_4)_2$; $2CaO+2SO_2+O_2=2CaSO_4$। MgO-এর সহিতও এইরূপ বিক্রিয়া হয়। গলিত আয়রন অতঃপর হাতায় ঢালা হয় এবং ধাতুমল পৃথক করিয়া উহাতে উপযুক্ত স্পাইজেলিসেন, অর্থাৎ আয়রন, কার্বন ও ম্যাংগানিজের ধাতু-সংকর যোগ করা হয়। Mn ও C প্রথমে দ্রবীভূত অক্সিজেন অপসারিত করে (de-oxidiser) এবং অবশিষ্ট কার্বন গলিত আয়রনে দ্রবীভূত হইয়া স্টীলের প্রয়োজনীয় কার্বন সরবরাহ করে এবং স্টীল উৎপন্ন হয়।

[দ্রষ্টব্য : পদ্ধতির নামের উল্লেখ না থাকিলে যে কোন-একটি লিখিলে হইবে।]

Q. 260. Compare the Bessemer and Open Hearth processes for the manufacture of steel.

[স্টীল-প্রস্তুতির জন্য বেসিমার ও ওপেন হার্থ পদ্ধতির তুলনা কর।]

* Al.

Ans. (i) বেসিমার পদ্ধতি সম্পূর্ণ হইতে 8—10 মিনিট সময় লাগে কিন্তু ওপেন হার্থ পদ্ধতি সম্পূর্ণ হইতে 8—10 ঘণ্টা লাগে। সুতরাং ওপেন হার্থ পদ্ধতিতে উপযুক্ত রাসায়নিক দ্রব্যাদি মিশাইবার সময় পাওয়া যায় এবং স্টীলের উপাদান ও প্রকৃতি ভালভাবে নিয়ন্ত্রণ করা যায়। (ii) ছাঁটাই স্টীল ও আকরিক লৌহকে সরাসরি স্টীলে পরিণত করা হয়—ইহাদের ব্যবহারে লাগানো হয়। (iii) বেসিমার পদ্ধতিতে ফসফরাস সম্পূর্ণ অপসারিত হয় না কিন্তু ওপেন হার্থে ইহা সম্পূর্ণ অপসারিত হয়। সুতরাং নিকৃষ্ট আকরিক-জাত ও অতিরিক্ত ফসফরাস যুক্ত কাস্ট আয়রন শেষোক্ত পদ্ধতিতে ব্যবহার করা যায়। (iv) বেসিমার পদ্ধতিতে জ্বালানি গ্যাসের প্রয়োজন নাই কিন্তু ওপেন হার্থে অতিরিক্ত জ্বালানি গ্যাসের প্রয়োজন হয়।

Q. 261. How is wrought iron prepared from cast iron ?

[ঢালাই লোহা বা কাস্ট আয়রন হইতে পেটা লোহা বা রট্ আয়রন কিরূপে প্রস্তুত করা হয় ?]

Ans. রট্ আয়রনে কার্বনের হার শতকরা 0·12 হইতে 0·25 পর্যন্ত হয়। অন্যান্য অপদ্রব্য প্রায় থাকে না। কাস্ট আয়রনের Si, Mn, P, C ইত্যাদি অপদ্রব্যগুলি Fe_2O_3 ও বায়ুর অক্সিজেন দ্বারা জারিত করিয়া ধাতুমলরূপে অপসারিত করিয়া রট্ আয়রন প্রস্তুত করা হয়।

হিমাটাইট (ফেরিক অক্সাইড) আস্তরণযুক্ত পরাবর্ত চুল্লীতে কাস্ট আয়রন গলাইয়া উহাকে লৌহদণ্ড দ্বারা ভালরূপে নাড়িয়া দেওয়া হয়, যাহাতে গলিত কাস্ট আয়রন হিমাটাইট-আস্তরণ ও বায়ুর ঘনিষ্ঠ সংস্পর্শে আসে। হিমাটাইটের অক্সিজেন দ্বারা Si, P, Mn, S, C উহাদের অক্সাইডে জারিত হয়। [সমীকরণের জন্য ওপেন হার্থ পদ্ধতি দেখ।] CO গ্যাস বুদবুদের আকারে গলিত ধাতুর মধ্য দিয়া বাহির হইয়া যায়। আস্তরণ ফেরিক অক্সাইড হইতে উৎপন্ন ফেরাস অক্সাইডের সহিত বিক্রিয়া করিয়া অন্যান্য অক্সাইডগুলি ধাতুমল গঠন করে। $FeO+SiO_2 = FeSiO_3$। অপদ্রব্যগুলি অপসারিত হওয়াতে আয়রনের গলনাংক বাড়িয়া যায় এবং ইহা খানিকটা কঠিন হইয়া কাদার মত হয়। ইহাকে কয়েকটি বড় বড় বলের আকারে পরিণত করিয়া স্টীম-পেষকের (steam-hammer) সাহায্যে পেষণ করিয়া উহার মধ্যস্থিত ধাতুমল বাহির করা হয় এবং উৎপন্ন রট্ আয়রন পাতে পরিণত হয়।

40

Q. 262. What are the differences in composition and properties of cast iron, steel and wrought iron ? What are the differences due to ? State their uses. [H. S. 1964 (Comp) ; '67 (Comp.)]

[কাস্ট আয়রন, ষ্টীল ও রট্ আয়রনের মধ্যে সংযুতি ও ধর্মের পার্থক্য কি ? পার্থক্যের কারণ কি ? উহাদের ব্যবহার উল্লেখ কর।]

Ans. আয়রন, ষ্টীল ও রট্ আয়রনের মধ্যে কার্বনের পরিমাণ বিভিন্ন বলিয়া উহাদের ধর্মে পার্থক্য দেখা যায়।

নিম্নে তিনটি আয়রনের সংযুতি ও ধর্মের তুলনা এবং উহাদের ব্যবহার দেওয়া হইল।

ব্যবহার : কাস্ট আয়রন—ষ্টীল ও রট্ আয়রন প্রস্তুত করা হয়, ঢালাই করিয়া ইহা হইতে কড়াই, রেলিং, আলোক-স্তম্ভ ইত্যাদি প্রস্তুত করা হয়।

ষ্টীল—রেল লাইন, গাড়ী, জাহাজ, কড়িকাঠ, বরগা, সেতু, কামান, বন্দুক, ছুরি, কাঁচি, ঘড়ির স্প্রিং ইত্যাদি প্রস্তুত করিতে ষ্টীল ব্যবহৃত হয়।

রট্ আয়রন—তড়িৎ-চুম্বকের কোর (core), পিয়ানোর তার, শিকল ও নোঙর প্রভৃতিতে রট্ আয়রন ব্যবহৃত হয়।

ধর্ম	কাস্ট-আয়রন	ষ্টীল	রট্-আয়রন
(i) সংযুতি—কার্বনের পরিমাণ	ইহাতে কার্বনের পরিমাণ 2–5% । কার্বন ব্যতীত ইহাতে সামান্য পরিমাণ Si, P, Mn ও S থাকে।	কার্বনের পরিমাণ 0.15—1.5%	কার্বনের পরিমাণ 0.12—0.15%— অন্যান্য অপদ্রব্য প্রায় নাই।
(ii) গলনাংক	1200°C	1300°C—1400°C	1500°C
(iii) ভঙ্গুরতা ও ঘাতসহতা	ভঙ্গুর	ভঙ্গুর ও ঘাতসহ	ঘাতসহ
(iv) কাঠিন্য	কঠিন	কঠিন ও নরম	নরম
(v) পান দেওয়া	পান দেওয়া যায় না।	পান দেওয়া যায়।	পান দেওয়া যায় না।
(vi) চুম্বকন	স্থায়ীভাবে চুম্বকিত করা যায় না	স্থায়ীভাবে চুম্বকিত করা যায়।	স্থায়ীভাবে চুম্বকিত করা যায় না
(vii) ঝাল দেওয়া, ও জোড়া লাগান	যায় না	যায়।	যায়।

Q. 263. State the properties of iron.

[আয়রনের ধর্ম বিবৃত কর।]

Ans. **আয়রনের ধর্ম :** ভৌত—বিশুদ্ধ লৌহ সাদা উজ্জ্বল ধাতু, ঘনত্ব 7·9 ও গলনাংক 1530°C। ইহা নমনীয় ও প্রসার্যমান, ইহা চুম্বক দ্বারা আকৃষ্ট হয়।

রাসায়নিক—(i) আর্দ্র-বায়ুতে রাখিলে লোহের উপর সোদক আয়রন অক্সাইডের একটি বাদামী বর্ণের আস্তরণ পড়ে। ইহাকে মরিচা বলে। (ii) অক্সিজেন গ্যাসে তীব্র উত্তপ্ত করিলে লৌহ জ্বলিয়া উঠে এবং ফেরোসো ফেরিক অক্সাইডের স্ফুলিঙ্গ উৎপন্ন করে। $3Fe+2O_2=Fe_3O_4$। (iii) লোহিত-তপ্ত লৌহের উপর দিয়া স্টীম প্রবাহিত করিলে স্টীম বিযোজিত হইয়া হাইড্রোজেনে পরিণত হয় এবং ফেরোসো-ফেরিক অক্সাইড উৎপন্ন হয়। $3Fe+4H_2O=Fe_3O_4+4H_2$। (iv) লঘু HCl ও H_2SO_4-এ লৌহ দ্রবীভূত হইয়া হাইড্রোজেন ও ফেরাস লবণ উৎপন্ন করে। $Fe+H_2SO_4=FeSO_4+H_2$। লঘু নাইট্রিক অ্যাসিডের সহিত ফেরাস নাইট্রেট ও অ্যামোনিয়াম নাইট্রেট এবং গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিডের সহিত ফেরিক নাইট্রেট ও নাইট্রোজেন ডাই-অক্সাইড উৎপন্ন হয়। $4Fe+10HNO_3=4Fe(NO_3)_2+3H_2O+NH_4NO_3$, $Fe+6HNO_3=Fe(NO_3)_3+3H_2O+3NO_2$। খুব গাঢ় (ও ধূমায়মান) নাইট্রিক অ্যাসিডে লৌহ রাখিলে লৌহের উপর অক্সাইডের আস্তরণ পড়ায় লৌহ নিষ্ক্রিয়-অবস্থা (passive state) প্রাপ্ত হয়। (v) ক্লোরিন গ্যাসে উত্তপ্ত করিলে লৌহ অনার্দ্র ফেরিক ক্লোরাইডে পরিণত হয়। $2Fe+3Cl_2=2FeCl_3$। (vi) কপার সালফেট দ্রবণে লৌহ যোগ করিলে ধাতব কপার অধঃক্ষিপ্ত হয় এবং ফেরাস সালফেট উৎপন্ন হয়। লৌহ কপার অপেক্ষা অধিকতর পরা-তড়িৎধর্মী বলিয়া কপারকে উহার লবণ হইতে প্রতিস্থাপিত করে। $CuSO_4+Fe=FeSO_4+Cu$। (vii) উত্তপ্ত অবস্থায় কার্বন মনোক্সাইডের সহিত ইহা উদ্বায়ী আয়রন পেণ্টা-কার্বনিল গঠন করে। $Fe+5CO=Fe(CO)_5$।

Q. 264. (a) What is rust?

[H. S. 1960, '64, '70 (Comp.), '71 (Comp.)]

(b) How would you show that rusting uses up oxygen of air ?

(c) Prove that both oxygen and moisture are necessary for formation of rust.

(d) Describe the chemical changes which take place during rusting of iron. [H. S. 1968 ; '70 (Comp.), '71 (Comp.)]

(e) How is rusting prevented ? [H. S. 1960 ; '64, '68]

[(a) মরিচা কাহাকে বলে ? (b) মরিচা পড়াতে যে বায়ুর অক্সিজেন ব্যবহৃত হয় তাহা কিরূপে দেখাইবে ? (c) প্রমাণ কর, মরিচা পড়িবার জন্য বায়ুর অক্সিজেন ও জলীয় বাষ্প প্রয়োজন। (d) লোহায় মরিচা পড়াতে কি রাসায়নিক পরিবর্তন ঘটে তাহা বর্ণনা কর। (e) মরিচা পড়া কি ভাবে নিবারণ করা যায় ?]

Ans. (a) মরিচা—আর্দ্র বায়ুতে লৌহ রাখিলে লৌহের উপরে বাদামী বর্ণের একটি আস্তরণ পড়ে। লৌহের সহিত বায়ুর অক্সিজেন ও জলীয় বাষ্পের ধীরে ধীরে রাসায়নিক সংযোগের ফলে উৎপন্ন সোদক ফেরিক অক্সাইড (প্রধানতঃ $2Fe_2O_3, 3H_2O$)-এর বাদামী বর্ণের আস্তরণকে মরিচা বলা হয়।

(b) একটি গ্যাস-জারের ভিতরের অংশ জল দ্বারা ভিজাইয়া লওয়া হইল। গ্যাস-জারের মধ্যে কিছু পরিষ্কার লোহার গুঁড়া লইয়া নাড়াচাড়া করিলে জারের ভিতরের গায়ে লাগিয়া থাকে। জারটিকে একটি জলের পাত্রের মধ্যে উপুড় করিয়া বসান হইল। কয়েকদিন পরে দেখা যায়, লোহার গুঁড়াগুলি বাদামী হইয়া গিয়াছে অর্থাৎ উহাতে মরিচা পড়িয়াছে এবং খানিকটা জল জারের মধ্যে উপরের দিকে উঠিয়া গিয়াছে। জারের ভিতরের ও বাহিরের জল-তল সমান করিলে দেখা যায়, জল গ্যাস-জারের এক-পঞ্চমাংশ স্থান দখল করিয়াছে। একটি জলন্ত শলাকা জারের অবশিষ্ট গ্যাসের মধ্যে প্রবেশ করাইলে উহা নিভিয়া যায়। সুতরাং জারের বায়ুতে আর অক্সিজেন নাই। জারের বায়ুর আয়তনের এক-পঞ্চমাংশ পরিমাণ অক্সিজেন মরিচা উৎপন্নে ব্যবহৃত হইয়া গিয়াছে। নিষ্ক্রিয় নাইট্রোজেন গ্যাস অবশিষ্ট রহিয়াছে।

(c) (i) একটি বড় টেস্ট-টিউবে কলের জল লইয়া উহার মধ্যে কয়েকটি পরিষ্কার লোহার পেরেক রাখিয়া দেওয়া হইল। কয়েকদিন পরে দেখা যায় যে লোহায় মরিচা পড়িয়াছে ; কারণ, এখানে অক্সিজেন ও জলীয় বাষ্প উভয়ই আছে।

(ii) একটি পোরসেলিন বেসিনে কিছু লোহার গুঁড়া লইয়া গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডের ডেসিকেটরে রাখিয়া দেওয়া হইল। কয়েকদিন পরে দেখা যায়, লোহার

মরিচা পড়ে নাই। গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড জলীয় বাষ্প শোষণ করে বলিয়া ডেসিকেটরের ভিতরের বায়ুতে জলীয় বাষ্প থাকে না। অতএব জলীয় বাষ্পের অভাবহেতু লোহায় মরিচা পড়ে না। (iii) একটি ফ্লাস্কের জল লইয়া উহা ভালরূপে ফুটাইয়া জলে দ্রবীভূত অক্সিজেন বাহির করিয়া দেওয়া হইল। ফ্লাস্কে জলের মধ্যে কিছু পরিষ্কার লোহার গুঁড়া ফেলিয়া উহার মুখ কর্ক দ্বারা বন্ধ করা হইল, যাহাতে বাহিরের বায়ু উহাতে প্রবেশ করিতে না পারে। দেখা যায়, অক্সিজেনের অভাবে লোহায় মরিচা পড়ে না।

(i) নং পরীক্ষা হইতে দেখা যায়, অক্সিজেন ও জলীয় বাষ্প থাকিলে লোহায় মরিচা পড়ে। (ii) ও (iii) পরীক্ষা হইতে দেখা যায়, জলীয় বাষ্পের কিংবা অক্সিজেনের অভাবে মরিচা পড়ে না। সুতরাং, মরিচা পড়ার জন্য বায়ুর অক্সিজেন ও জলীয় বাষ্প উভয়েরই প্রয়োজন।

(b) **মরিচা উৎপন্নের তত্ত্ব**—লোহের ভিতরে তড়িৎ-সেলের অস্তিত্ব ধরিয়া মরিচা পড়া ব্যাখ্যা করা হয়। এই তড়িৎ-সেলে লোহের কার্বন কণিকাগুলি অ্যানোড, লোহ কণিকাগুলি ক্যাথোড এবং জল তড়িৎ-বিশ্লেষ্যরূপে কাজ করে। অ্যানোডে আয়রন ইলেকট্রন ত্যাগ করিয়া ফেরাস আয়নরূপে (Fe^{2+}) দ্রবীভূত হয়। ক্যাথোডে H^+ আয়ন ইলেকট্রন গ্রহণ করিয়া হাইড্রোজেন গ্যাস উৎপন্ন হয়। উৎপন্ন Fe^{2+} আয়ন ও জলের OH^- আয়ন যুক্ত হইয়া ফেরাস হাইড্রক্সাইড উৎপন্ন হয় এবং বায়ুর অক্সিজেন দ্বারা জারিত হইয়া সোদক ফেরিক অক্সাইড বা মরিচাতে পরিণত হয়। $H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$।

অ্যানোডে: $Fe - 2e^- = Fe^{2+}$; ক্যাথোডে: $2H^+ + 2e^- = H_2$। $Fe^{2+} + 2OH^- = Fe(OH)_2$; $4Fe(OH)_2 + O_2 + 2H_2O = 2(Fe_2O_3, 3H_2O)$। কার্বন ডাই-অক্সাইড মরিচা পড়িতে সাহায্য করে, কারণ কার্বনিক অ্যাসিড হইতে H^+ আয়ন উৎপন্ন হয়। কিন্তু ক্ষারীয় পদার্থ মরিচা পড়িতে বাধা দেয়, কারণ ইহা কার্বন ডাই-অক্সাইডের পরিমাণ হ্রাস করে।

(c) **মরিচা পড়া নিবারণ**—মরিচা পড়া নিবারণ করিবার জন্য লোহের উপর টিন, দস্তা, নিকেল, ক্রোমিয়াম ইত্যাদি ধাতুর প্রলেপ দেওয়া হয়। লোহের পর রং, আলকাতরা, বার্নিশ ইত্যাদি লাগাইলেও মরিচা পড়া বন্ধ হয়।

Q. 265. State the preparations, important properties and uses of the following substances :—

[নিম্নলিখিত পদার্থগুলির প্রস্তুতি, ধর্ম ও ব্যবহার বিবৃত কর ।]

(1) Sodium sulphate (glauber's salt) [H. S. 1967 (Comp.)]
(2) Plaster of Paris. [H. S. '62 (Comp.) ; '64 (Comp.) ; '69 , '71]
(3) Copper sulphate crystals (blue vitriol)
[H. S. 1961 (Comp.) ; '62, ; 1964 (Comp.) ; '71]
(4) Hydrated aluminium chloride
(5) Anhydrous aluminium chloride [H. S 1961, 1964, 1971
(6) Aluminium sulphate (hydrated) [H S. 1964]
(7) Aluminium oxide [H. S. 1962]
(8) Ferric oxide [H. S. 1961 (Comp.), '62]
(9) Sodium bi-sulphate [H S. 1967 (Comp.), '70]

Ans. (1) **সোডিয়াম সালফেট, গ্লাবার সল্ট** [$Na_2SO_4 . 10H_2O$]—সোডিয়াম ক্লোরাইডের সহিত গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড তীব্র উত্তপ্ত করিলে সোডিয়াম সালফেট উৎপন্ন হয় । $NaCl+H_2SO_4=NaHSO_4+HCl$; $NaCl+NaHSO_4=Na_2SO_4+HCl$ । উৎপন্ন সোডিয়াম সালফেটকে গরম জলে স্টীমের সাহায্যে দ্রবীভূত করা হয়। কলিচুন মিশাইয়া অপরিবর্তিত H_2SO_4 প্রশমিত করা হয়। মিশ্রণটি ফিলটার করিয়া পরিস্রুত শীতল করিলে (32° সেন্টিগ্রেডের নীচে) সোদক সোডিয়াম সালফেট বা গ্লাবার সল্ট (Na_2SO_4, $10H_2O$) কেলাসিত হয় । ফিলটার করিয়া কেলাসগুলি পৃথক করা হয় ।

ধর্ম—বর্ণহীন স্ফটিকাকার পদার্থ, জলে দ্রাব্য । তাপমাত্রার বৃদ্ধির সহিত ইহার দ্রাব্যতা প্রথমে বৃদ্ধি পায় এবং পরে কমিয়া যায় ।

ব্যবহার—কাগজ ও কাচের শিল্পে অনার্দ্র Na_2SO_4 এবং ঔষধে বিরেচক (purgative) হিসাবে গ্লবার-সল্ট ব্যবহৃত হয় ।

(2) **প্যারিস-প্লাস্টার**—[$2CaSO_4$, H_2O]—খীল-পাত্রে জিপসাম ($CaSO_4$, $2H_2O$)-কে 120° সেন্টিগ্রেডে উত্তপ্ত করিলে উহার কেলাস-জল আংশিক দূরীভূত হয় এবং উহা প্যারিস-প্লাস্টারে পরিণত হয় ।

$2(CaSO_4, 2H_2O)=2CaSO_4, H_2O+3H_2O$ । তাপমাত্রা 120°C-এ

নিয়ন্ত্রিত করা হয়, কারণ আরও উচ্চ তাপমাত্রায় জিপ্‌সাম সম্পূর্ণ দগ্ধ হইয়া যায়। ফলে জল মিশাইলে উহা আর জমাট বাঁধে না। উত্তপ্ত করিবার সময়ে জিপ্‌সাম যাহাতে কোন বিজারক গ্যাসের সংস্পর্শে না আসে সেদিকে লক্ষ্য রাখা হয়। কারণ তাহা হইলে উহা বিজারিত হইয়া ক্যালসিয়াম সালফাইডে পরিণত হয়।

ধর্ম—প্যারিস-প্লাস্টার সাদা পাউডার। জলের সহিত ইহা জমাট বাঁধিয়া খুব শক্ত হইয়া যায়। জল পাইয়া জিপ্‌সামে পরিণত হইবার জন্য এইরূপ হয়। $2CaSO_4, H_2O+3H_2O=2(CaSO_4, 2H_2O)$.

ব্যবহার—ছাঁচ প্রস্তুতে, ঢালাইয়ের কাজে, মূর্তি প্রস্তুতে, ভাঙ্গা হাড় ব্যাণ্ডেজ করিতে ইহা ব্যবহৃত হয়।

(3) **কপার সালফেট কেলাস** (**ব্লু ভিট্রিয়ল**) [$CuSO_4, 5H_2O$]

(i) সীসার আস্তরণযুক্ত একটি স্তম্ভে কপারের ছিলা রাখিয়া উহাতে লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড মিশান হয় এবং স্তম্ভের নীচ হইতে মিশ্রণের মধ্যে বায়ু পরিচালিত করা হয়। বায়ুর অক্সিজেনের উপস্থিতিতে কপার সালফিউরিক অ্যাসিডে দ্রবীভূত হইয়া কপার সালফেটে পরিণত হয়। $2Cu+2H_2SO_4+O_2=2CuSO_4+2H_2O$। ফিলটার করিয়া কপার সালফেট দ্রবণ গাঢ় করিলে $CuSO_4, 5H_2O$-এর কেলাস উৎপন্ন হয়। ফিলটার করিয়া পুনঃ-কেলাসন পদ্ধতিতে ইহা বিশুদ্ধ করা হয়।

অথবা, [H. S. 1969] (ii) কপার পাইরাইটিস ($CuFeS_2$)-কে অপেক্ষাকৃত কম তাপমাত্রায় ও অতিরিক্ত বায়ুপ্রবাহে তাপ-জারিত করা হয়। ফলে কপার সালফাইড কপার সালফেটে এবং আয়রন-সালফাইড আয়রন-অক্সাইডে পরিণত হয়। জলের সাহায্যে কপার সালফেট নিষ্কাশিত করিয়া অদ্রাব্য পদার্থ হইতে পৃথক করা হয়। দ্রবণ গাঢ় করিয়া শীতল করিলে সোদক কপার সালফেট কেলাসিত হয়। সোদক কপার সালফেটকে লঘু নাইট্রিক অ্যাসিড মিশ্রিত জল হইতে পুনঃ-কেলাসন করিয়া বিশুদ্ধ করা হয়।

ধর্ম—নীল স্ফটিকাকার কঠিন পদার্থ, প্রতি অণুতে পাঁচ অণু কেলাস-জল আছে। জলে দ্রাব্য। ধীরে ধীরে উত্তপ্ত করিতে থাকিলে প্রথমে 100°C তাপমাত্রায় চারি অণু কেলাস-জল বাহির হইয়া যায় এবং $CuSO_4, H_2O$ উৎপন্ন হয়।

250°C তাপমাত্রায় ইহার সমস্ত কেলাস-জল চলিয়া যায় এবং সাদা অনার্দ্র কপার সালফেটে পরিণত হয়। 640°—750°C তাপমাত্রায় ইহা কালো কিউপ্রিক অক্সাইড ও সালফার ট্রাই-অক্সাইডে পরিণত হয়। $CuSO_4 = CuO + SO_3$। সাদা অনার্দ্র কপার সালফেটে জল মিশাইলে নীল বর্ণের $CuSO_4, 5H_2O$ উৎপন্ন হয়।

ব্যবহার—তড়িৎ-লেপনে, তড়িৎ-সেলে, কীটনাশক ঔষধে ও রাগবন্ধক (mordant) হিসাবে ইহা ব্যবহৃত হয়। অন্য পদার্থের সহিত মিশ্রিত ও খুব অল্প পরিমাণ জলের অস্তিত্ব অনার্দ্র কপার সালফেটের সাহায্যে প্রমাণ করা হয়।

(4) **সোদক অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইড** [$AlCl_3, 6H_2O$] –ধাতব অ্যালুমিনিয়াম বা অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রক্সাইডকে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডে দ্রবীভূত করিলে অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইড উৎপন্ন হয়। দ্রবণ গাঢ় করিয়া শীতল করিলে সোদক অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইডের কেলাস পাওয়া যায়। $2Al + 6HCl = 2AlCl_3 + 3H_2$।

ধর্ম—অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইড জলে দ্রবীভূত হইয়া আর্দ্র-বিশ্লেষিত হয় এবং অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রক্সাইড ও হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়। এইজন্য ইহার জলীয় দ্রবণ অ্যাসিডধর্মী। $AlCl_3 + 3H_2O \rightleftharpoons Al(OH)_3 + 3HCl$। সোদক ক্লোরাইডকে উত্তপ্ত করিলে অ্যালুমিনা ও হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়। এইজন্য সোদক অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইড উত্তপ্ত করিয়া অনার্দ্র ক্লোরাইড প্রস্তুত করা যায় না। $2(AlCl_3, 6H_2O) = Al_2O_3 + 6HCl + 9H_2O$।

(5) **অনার্দ্র অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইড** [$AlCl_3$]—(i) কাচের নলে অ্যালুমিনিয়াম ধাতুর ছিলা লইয়া উত্তপ্ত করা হয়। কাচ-নলের এক প্রান্ত হইতে শুষ্ক ক্লোরিন বা শুষ্ক হাইড্রোজেন ক্লোরাইড উত্তপ্ত অ্যালুমিনিয়ামের উপর দিয়া প্রবাহিত করানো হয়। উৎপন্ন সাদা অনার্দ্র অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইড উদ্বায়িত হইয়া নলের অপর প্রান্তে যুক্ত ফ্লাস্কে সঞ্চিত হয়। $2Al + 3Cl_2 = 2AlCl_3$; $2Al + 6HCl = 2AlCl_3 + 3H_2$।

অথবা, (ii) অ্যালুমিনা ও কোকের মিশ্রণ শুষ্ক ক্লোরিন গ্যাসের প্রবাহে তীব্র উত্তপ্ত করিলে (1600°C) অনার্দ্র অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইড উদ্বায়িত হয় এবং শীতল করিলে কঠিনরূপে সঞ্চিত হয়। $Al_2O_3 + 3C + 3Cl_2 = 2AlCl_3 + 3CO$।

ধর্ম—সাদা স্ফটিকাকার এবং উদ্‌গ্রাহী কঠিন পদার্থ। আর্দ্র বায়ুতে ধূমায়িত হয়। সামান্য জলের সহিত সোদক ক্লোরাইড উৎপন্ন করে। আরও বেশি জলে ইহা দ্রবীভূত হয়। $AlCl_3 + 6H_2O = AlCl_3, 6H_2O$।

(ইহার পরে $AlCl_3$ ও জলের ক্রিয়ার জন্য "সোদক $AlCl_3$"-এর ধর্ম দেখ।)

ব্যবহার—জৈবজাতীয় যৌগের সংশ্লেষণে অনুঘটক হিসাবে এবং পেট্রোলিয়াম বিশোধনে অনার্দ্র $AlCl_3$ ব্যবহৃত হয়।

(6) **সোদক অ্যালুমিনিয়াম সালফেট**—[$Al_2 (SO_4)_3, 18H_2O$]—অ্যালুমিনা (Al_2O_3)-কে গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডের সহিত উত্তপ্ত করিলে উহা অ্যালুমিনিয়াম সালফেটে পরিণত হয়। $Al_2O_3 + 3H_2SO_4 = Al_2(SO_4)_3 + 3H_2O$। দ্রবণ শীতল করিলে সোদক অ্যালুমিনিয়াম সালফেটের কেলাস পৃথক হয়। ফিলটার করিয়া কেলাস পৃথক করা হয় এবং অ্যালকোহল মিশ্রিত জলের সাহায্যে পুনঃ কেলাসিত করিয়া বিশুদ্ধ করা হয়।

ধর্ম—বর্ণহীন স্ফটিক, জলে দ্রাব্য। আর্দ্র বিশ্লেষণের জন্য জলীয় দ্রবণ অ্যাসিড-ধর্মী। অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রক্সাইড ও সালফিউরিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়। $Al_2(SO_4)_3 + 6H_2O \rightleftharpoons 2Al(OH)_3 + 3H_2SO_4$। ইহা অ্যালাম নামক দ্বিধাতুক লবণ উৎপন্ন করে। যথা $K_2SO_4, Al_2(SO_4)_3, 24H_2O$। অল্প উত্তাপে অনার্দ্র সালফেটে পরিণত হয়, কিন্তু তীব্র উত্তপ্ত করিলে অ্যালুমিনা, সালফার ডাই-অক্সাইড ও অক্সিজেন উৎপন্ন হয়। $Al_2(SO_4)_3, 18H_2O = Al_2(SO_4)_3 + 18H_2O$, $2Al_2(SO_4)_3 = 2Al_2O_3 + 6SO_2 + 3O_2$।

ব্যবহার—জল পরিষ্কার করিবার জন্য, রঞ্জন শিল্পে রাগবন্ধক (mordant) হিসাবে কাগজশিল্পে, এবং অগ্নিনির্বাপক যন্ত্রে ফেনা (foam) উৎপন্ন করিবার জন্য ইহা ব্যবহৃত হয়।

(7) **অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইড বা অ্যালুমিনা** (Al_2O_3)—বক্সাইট হইতে অ্যালুমিনার প্রস্তুতি অর্থাৎ বক্সাইট বিশুদ্ধিকরণ দেখ।

ধর্ম—সাদা কঠিন পদার্থ, জলে অদ্রাব্য। উভধর্মী অক্সাইড। বিক্রিয়ার জন্য 44নং প্রশ্নোত্তর দেখ। করান্‌ডাম, এমেরি-রূপে প্রকৃতিতে অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইড পাওয়া যায়।

ব্যবহার—অ্যালুমিনিয়াম ধাতু, ফটকিরি ও অ্যালুমিনিয়ামের অন্যান্য যৌগ প্রভৃতিতে ইহা ব্যবহৃত হয়।

(8) ফেরিক অক্সাইড (Fe_2O_3)—(i) ফেরিক ক্লোরাইডের জলীয় দ্রবণে অ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইড মিশাইলে বাদামী ফেরিক হাইড্রক্সাইড অধঃক্ষিপ্ত হয়। ফিলটারের সাহায্যে পৃথক করিয়া ফেরিক হাইড্রক্সাইডকে উত্তপ্ত করিলে উহা হইতে জল নির্গত হয় এবং ফেরিক অক্সাইড উৎপন্ন হয়। $FeCl_3+3NH_4OH=Fe(OH)_3+3NH_4Cl$; $2Fe(OH)_3=Fe_2O_3+3H_2O$ ।

অথবা, (ii) ফেরাস সালফেট কেলাস ($FeSO_4$, $7H_2O$) বায়ুতে উত্তপ্ত করিলে প্রথমে কেলাস-জল নির্গত হইয়া সাদা অনার্দ্র লবণে পরিণত হয়। লোহিত-তপ্ত করিলে ইহা বিযোজিত হইয়া সালফার ডাই-অক্সাইড ও সালফার ট্রাই-অক্সাইড নির্গত হয় এবং ফেরিক অক্সাইড অবশিষ্ট থাকে। এই ফেরিক অক্সাইড লাল পাউডার এবং ইহাকে "রুজ" (rouge) বলে। $FeSO_4, 7H_2O=FeSO_4+7H_2O$; $2FeSO_4=Fe_2O_3+SO_2+SO_3$.

ধর্ম—ফেরিক অক্সাইড একটি ক্ষারকীয় অক্সাইড ; কারণ ইহা অ্যাসিডের সহিত ফেরিক লবণ ও জল উৎপন্ন করে। $Fe_2O_3+6HCl=FeCl_3+3H_2O$ ।

ব্যবহার—গহনা পালিশে এবং রঞ্জক হিসাবে ইহা ব্যবহৃত হয়। অনুঘটকরূপে ফেরিক অক্সাইডের ব্যবহার আছে।

(9) সোডিয়াম ক্লোরাইড ও গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডের মিশ্রণ 150°—200°C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করিয়া সোডিয়াম বাইসালফেট প্রস্তুত করা হয়।

$$NaCl+H_2SO_4=NaHSO_4+HCl$$

ধর্ম—সাদা কেলাস, গলনাংক 186°C। ইহা একটি অ্যাসিড-লবণ, জলীয় দ্রবণ অ্যাসিড ধর্মী।

ব্যবহার—অদ্রাব্য দগ্ধ ধাতব অক্সাইডকে (যথা, Al_2O_3) গলাইবার জন্য ইহা ব্যবহৃত হয়।

Q. 266. Write a brief note on cement. [cf. H. S. 1963]
[সিমেন্ট সম্বন্ধে সংক্ষিপ্ত টীকা লিখ।]

Ans. চুনাপাথর ও মাটি চূর্ণ করিয়া মিশ্রণকে চুল্লীতে কয়লার গুঁড়া ও বায়ুর

সাহায্যে 1500° সেন্টিগ্রেডে উত্তপ্ত করিলে মিশ্রণ পুড়িয়া জমাট বাঁধে। ইহাকে শীতল করিয়া চূর্ণ করিলে সিমেন্ট পাওয়া যায়। উত্তাপে চুনাপাথর চুন উৎপন্ন করে। এই চুন মাটির Al_2O_3 ও সিলিকার সহিত ক্রিয়া করিয়া প্রধানতঃ ট্রাই-ক্যালসিয়াম সিলিকেট, ট্রাই-ক্যালসিয়াম অ্যালুমিনেট, ক্যালসিয়াম অর্থো-সিলিকেট ইত্যাদি পদার্থ উৎপন্ন করে। এই মিশ্রণকে সিমেন্ট বলে।

জলের সংস্পর্শে নানাবিধ পরিবর্তনের ফলে সিমেন্ট জমাট বাঁধিয়া খুব সুদৃঢ় ও কঠিন পদার্থে পরিণত হয়।

উপযুক্ত অনুপাতে সিমেন্ট, বালি, পাথরের কুচি ও জল মিশাইয়া যে মিশ্রণ পাওয়া যায় তাহাকে কংক্রীট (concrete) বলে। ইহা জমিয়া পাথরের ন্যায় শক্ত হয় এবং সেইজন্য ইহার সাহায্যে রাস্তা, বাড়ির দেওয়াল, ছাদ, মেঝে ইত্যাদি তৈয়ারী করা হয়। স্টীলের কাঠামোর উপর কংক্রীট জমাইলে উহাকে রী-ইন্‌ফোর্সড কংক্রীট (re-inforced concrete) বলে। ইহার সাহায্যে সেতু, বাড়ী, জলের বাঁধ ইত্যাদি তৈয়ারি করা হয়।

Q. 267. (a) What is glass ? What are the different types of glass and what are their uses ?

(b) How is glass manufactured ? [H. S. 1962 ; '64]

(c) What do you mean by annealing ? Why is glass annealed ? [H. S. 1964]

[কাচ কি ? কি কি বিভিন্ন প্রকারের কাচ আছে এবং উহাদের ব্যবহার কি ? কাচ কিরূপে প্রস্তুত করা হয় ? কোমলায়ন কাহাকে বলে ? কাচের কোমলায়ন করা হয় কেন ?]

Ans. (a) কাচ—এক বা ততোধিক ক্ষার ধাতুর সিলিকেট এবং এক বা ততোধিক মৃৎক্ষার বা ভারী ধাতুর সিলিকেটের মিশ্রণ হইতেছে কাচ। ইহা অনিয়তাকার, স্বচ্ছ বা অর্ধস্বচ্ছ, অতিশীতলীকৃত ও সান্দ্র তরল পদার্থ।

বিভিন্ন প্রকার কাচ : নরম কাচ বা সোডা লাইম কাচ—ইহাতে সোডিয়াম ও ক্যালসিয়াম সিলিকেট আছে। ইহা কম তাপমাত্রায় গলে, এবং খুব

নরম। ল্যাবরেটরীর সাধারণ যন্ত্রপাতি, জানালার কাচ ইত্যাদি ইহার দ্বারা প্রস্তুত করা হয়।

শক্ত কাচ বা পটাস লাইম বা বোহেমীয় কাচ—ইহা প্রধানতঃ পটাসিয়াম ও ক্যালসিয়াম সিলিকেটের মিশ্রণ। উচ্চতাপমাত্রায় গলে এবং রাসায়নিক দ্রাবক দ্বারা কম আক্রান্ত হয়। রাসায়নিক যন্ত্রপাতি ও দাহ-নল প্রস্তুতিতে ইহা ব্যবহৃত হয়।

ফ্লিন্ট্ কাচ বা পটাস লেড কাচ—ইহা প্রধানতঃ পটাসিয়াম ও লেড সিলিকেটের মিশ্রণ। ইহার ঘনাংক, প্রতিসরাংক ও উজ্জ্বলতা খুব বেশী। লেন্স প্রিজ্‌ম, তড়িৎ-বাল্‌ব প্রস্তুতে ইহা ব্যবহৃত হয়।

সাধারণ কাচ—সোডিয়াম, ক্যালসিয়াম ও আয়রন সিলিকেটের মিশ্রণ। সাধারণ বোতল প্রস্তুতে ব্যবহৃত হয়।

পাইরেক্স ও জেনা কাচ—তাপ ও রাসায়নিক বিকারকে অক্ষত রাখে। জেনা কাচ প্রধানতঃ জিংক ও বেরিয়াম বোরো-সিলিকেট এবং পাইরেক্স কাচ সোডিয়াম ও অ্যালুমিনিয়াম বোরো-সিলিকেটের মিশ্রণ। ল্যাবরেটরীর কাচের পাত্র প্রস্তুতে ব্যবহৃত হয়।

(b) **কাচ-প্রস্তুতি**—কাচ-প্রস্তুতিতে নিম্নলিখিত দ্রব্যগুলি প্রয়োজন। (i) সিলিকার জন্য সাদা বালি বা চূর্ণ কোয়ার্টজ, (ii) সোডিয়ামের জন্য সোডিয়াম কার্বনেট ও সোডিয়াম সালফেট, (iii) পটাসিয়ামের জন্য পটাসিয়াম কার্বনেট, (iv) ক্যালসিয়ামের জন্য চুনাপাথর বা খড়িমাটি, (v) লেডের জন্য লিথার্জ ও সীস-শ্বেত। (iv) ইহা ব্যতীত এই দ্রব্যগুলি সহজে গলাইবার জন্য পুরাতন ভাঙ্গা কাচ-চূর্ণ (কিউলেট) এবং বিরঞ্জক হিসাবে KNO_3, MnO_2 ইত্যাদি জারক দ্রব্য ব্যবহৃত হয়।

যে প্রকৃতির কাচ তৈয়ারী করিতে হইবে সেই অনুসারে উপাদানগুলি লওয়া হয়। প্রথমে উপাদানগুলি পৃথকভাবে চূর্ণ করিয়া উহা হইতে আয়রন ইত্যাদি অপদ্রব্য যথাসম্ভব অপসারিত করা হয়। অতঃপর বিচূর্ণ উপাদানগুলি ওজনের প্রয়োজনীয় অনুপাতে উত্তমরূপে মিশ্রিত করা হয়। অগ্নিসহ ইষ্টকনির্মিত একটি

আবৃত চুল্লীতে প্রোডিউসার গ্যাসের সাহায্যে এই মিশ্রণ 1400° সেণ্টিগ্রেড উত্তপ্ত করিয়া গলানো হয়। মিশ্রণের খানিকটা লইয়া উপযুক্ত পরিমাণ ভাঙা কাচ চূর্ণের (cullet) সহিত মিশ্রিত করিয়া চুল্লীতে গলানো হয়। ইহা সম্পূর্ণ গলিয়া গেলে আরও খানিকটা মিশ্রণ কাচ-চূর্ণের সহিত চুল্লীতে উত্তপ্ত করিয়া গলানো হয়। এইরূপে অল্প অল্প করিয়া সমস্ত মিশ্রণটি সমভাবে গলান হয়। গলিত মিশ্রণে MnO_2, KNO_3 ইত্যাদি বিরঞ্জক দ্রব্য অল্প পরিমাণে মিশাইয়া অগ্নিসহ-মৃত্তিকার দণ্ড দ্বারা উত্তমরূপে নাড়িয়া দেওয়া হয়। ইহাতে সবুজ বর্ণের ফেরাস লবণ ঈষৎ হলুদ বর্ণের ফেরিক লবণে পরিণত হয় এবং ম্যাংগানিজ সিলিকেটের ঈষৎ বেগুনী রঙের সহিত মিশিয়া ইহা বর্ণহীন দেখায়। গলিত কাচ হইতে গ্যাসের বুদ্‌বুদ্‌ বাহির হওয়া বন্ধ হইলে উহাকে ধীরে ধীরে শীতল করা হয়। অতঃপর ইহাকে ছাঁচে ঢালাই করিয়া বা নলের মুখে লইয়া ফুঁ দিয়া বা রোলারে চাপিয়া পাতে পরিণত করিয়া বিভিন্ন আকৃতির দ্রব্য প্রস্তুত করা হয়।

কাচ প্রস্তুতির সময়ে গলিত অবস্থায় উহার মধ্যে বিভিন্ন ধাতব অক্সাইড বা অন্যান্য পদার্থ উত্তমরূপে মিশ্রিত করিয়া বিভিন্ন রঙের কাচ পাওয়া যায়। নীল বর্ণের জন্য কোবল্ট অক্সাইড ও কিউপ্রিক অক্সাইড, সবুজ বর্ণের জন্য ক্রোমিক অক্সাইড, লাল বর্ণের জন্য কিউপ্রাস অক্সাইড, বেগুনী বর্ণের জন্য ম্যাংগানিজ ডাই-অক্সাইড যোগ করা হয়।

কোমলায়ন—কাচ প্রস্তুতির পর, যে তাপমাত্রায় কাচ নরম হইতে আরম্ভ করে সেই তাপমাত্রায় অনেক সময়ে উত্তপ্ত রাখিয়া উহাকে খুব ধীরে ধীরে শীতল করা হয়, যাহাতে সমস্ত অংশ সমভাবে শীতল হয়। ইহাকে 'কাচের কোমলায়ন' (annealing) বলা হয়। কাচ তাড়াতাড়ি শীতল করিলে উহা ভঙ্গুর হয় এবং ভিতরের অংশ অপেক্ষা বাহিরের অংশ তাড়াতাড়ি কঠিন হয়। সেইজন্য কোমলায়ন করা হয়।

Additional Questions with hints on answers

CHAPTER XXI

1. State the importance of the electro-chemical series in summarising the behaviour of metals with reference to (i) action of oxygen, water, dilute HCl, and (ii) displacement of metals from solutions of their salts with another metal. [Ans. 231নং প্রশ্নোত্তর দেখ।]

2. Under what condition is a metal displaced from a solution of its salts] by another metal ? Give two examples. [H S. 1964 (Comp.)]

Ans. [231নং প্রশ্নোত্তরের (i) অংশ দেখ।]

3. (a) Describe one chemical test for diitinguishing between a metallic element from a non-metallic one (b) Describe giving conditions, the reaction of water with iron and calcium and that of chlorine with iron and aluminium. [H. S. 1967]

Ans. [(a) 229নং প্রশ্নোত্তর, (b) Fe, Ca, Al-এর রাসায়নিক ধর্ম দেখ।]

4. What is amalgam ?

Ans. [পারদের সহিত অপর কোন ধাতুর সংকরকে অ্যামালগাম বা পারদ-সংকর বলে।]

5. How is electrolysis of brine carried out on a large scale ? What products are formed when a solution of sodium chloride is electrolysed ? What will happen if the products are mixed up in the cold ? [H S. 1960 (Comp.)]

Ans. [235 (b) নং প্রশ্নোত্তর দেখ।]

6. Starting from common salt indicate briefly how you would obtain :
(i) Pure NaCl, (ii) NaOH, ('70 Comp) (iii) Na, (iv) Cl, (v) Na_2SO_4, ('70 Comp.) (vi) $NaHSO_4$ ('70 Comp.).

Ans. [Hints. (i) 151 (b) নং, (ii) 237 নং, (iii) ও (iv) 235 নং, (v) 265নং প্রশ্নোত্তর দেখ।]

7. What happens when a solution of Na_2CO_3 is evaporated at room temperature ? Will there be any change if the solution is evaporated on water-bath ? [H. S. 1964 (Comp.)]

Ans. [সোডিয়াম কার্বনেট দ্রবণ ঘরের তাপমাত্রায় উদ্বায়িত হইতে দিলে প্রথমে Na_2CO_3, $10H_2O$ কেলাস পৃথক হয়। দ্রবণের জল সম্পূর্ণ বাষ্পীভূত হইবার পর উক্ত কেলাস ঘরের তাপমাত্রাতেই উহার নয় অণু কেলাস জল ছাড়িয়া দিয়া Na_2CO_3, H_2O কেলাসরূপে থাকে। এই ঘটনাকে উদত্যাগ বলে। জলগাহে সোডিয়াম কার্বনেটের

জলীয় দ্রবণ বাষ্পীভূত করিলে সোডিয়াম কার্বনেট মনোহাইড্রেটের (Na_2CO_3, H_2O) কেলাস উৎপন্ন হয়।]

8. How does chlorine react with metals Na, Cu and Fe? Give equations. How would you convert the compounds to the respective metals again?

[H. S. 1964]

Ans. [236, 247 এবং 263 প্রশ্নোত্তর দেখ। গলিত ক্লোরাইডের তড়িৎ-বিশ্লেষণ।]

9. (i) State why anhydrous $AlCl_3$ cannot be prepared by heating hydrated $AlCl_3$. Why are aqueous solutions of $AlCl_3$ and $Al_2(SO_4)_3$ acidic?

Ans. [265নং প্রশ্নোত্তরের (4), (5), (6) অংশ দেখ।]

10. Lead pipes may be used for, conveying drinking water which is hard but they should not be used for conveying water which is soft. Explain the reasons.

Ans. দ্রবীভূত অক্সিজেনের উপস্থিতিতে লেড জলের সহিত লেড হাইড্রক্সাইড উৎপন্ন করে। $2Pb + O_2 + 2H_2O = 2Pb(OH)_2$। ইহা জলে সামান্য দ্রবণীয় এবং দ্রবীভূত অবস্থায় লেডের লবণ শরীরের পক্ষে ক্ষতিকর। খর জলে বাই-কার্বনেট, সালফেট লবণ দ্রবীভূত থাকে। উহারা লেডের সহিত ক্রিয়া করিয়া অদ্রবণীয় লেড কার্বনেট, সালফেট ইত্যাদি উৎপন্ন করে বলিয়া লেডের উপর একটি আস্তরণ পড়ে। এইজন্য জল আর লেডের সংস্পর্শে আসিতে পারে না এবং উহা আর দ্রবীভূত হয় না। কিন্তু মৃদু জলে দ্রবীভূত বাই-কার্বনেট সালফেট ইত্যাদি না থাকিবার জন্য লেড ক্রমশঃ দ্রবীভূত হইয়া পানীয় জল বিষাক্ত করে।

11. Starting from bauxite how would you prepare alumina, aluminium sulphate, potash alum, anhydrous aluminium chloride?

Ans. [252, 178 এবং 265 নং প্রশ্নোত্তর দেখ।]

12. Why are coke and limestone added in blast furnace in the preparation of iron?

Ans. [258নং প্রশ্নোত্তর দেখ।]

13. How is the affinity of aluminium for oxygen utilised?

Ans. [254নং প্রশ্নোত্তর দেখ।]

14. Starting with a carbonate ore of magnesium how would you prepare (a) crystalline magnesium chloride and (b) magnesium sulphate?

[H. S. (Comp.) 1966]

Ans. (a) [ম্যাগনেসাইট ($MgCO_3$)-কে লঘু HCl-এ দ্রবীভূত করিয়া দ্রবণ ফিলটার করা হয়। পরিস্রুতকে বাষ্পীভূত করিয়া শীতল করিলে সোদক ম্যাগনেসিয়াম ক্লোরাইডের কেলাস, $MgCl_2, 6H_2O$ উৎপন্ন হয়। $MgCO_3 + 2HCl = MgCl_2 + CO_2 + H_2O$.

(a) ঐরূপে লঘু H_2SO_4 ব্যবহার করিয়া $MgSO_4$, $7H_2O$-এর কেলাস পাওয়া যায়।
$MgCO_3 + H_2SO_4 = MgSO_4 + CO_2 + H_2O$.]

15. Starting from limestone how would you prepare metallic calcium ?

[H. S. 1968]

Ans. [Hints. চুনাপাথর লঘু HCl-এ দ্রবীভূত করিয়া ফিলটার করা হয়। পরিস্রুত উত্তাপে বাষ্পীভূত করিয়া শীতল করিলে $CaCl_2$, $6H_2O$-এর কেলাস পাওয়া যায়। ইহাকে পৃথক করিয়া শুষ্ক HCl গ্যাসের মধ্যে উত্তপ্ত করিলে অনার্দ্র ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড পাওয়া যায়। ইহার পর গলিত অনার্দ্র ক্যালসিয়াম ক্লোরাইডের তড়িৎ বিশ্লেষণ লিখ। 243নং প্রশ্নোত্তর দেখ।]

16. Name the elements besides iron and carbon usually present in steel.

[H. S. 1964 (Comp.)]

Ans. [বেসেমার পদ্ধতিতে প্রস্তুত ষ্টিলে সামান্য ফসফরাস থাকে। ইহা ছাড়া খুব সামান্য পরিমাণ সিলিকন ও ম্যাংগানিজ থাকিতে পারে।]

17. What happens when crystalline copper sulphate is slowly heated to redness ? [H. S. 1964 (Comp.) 1972]

Ans. [631-32 নং পৃষ্ঠায় দেখ।]

18. Copper is displaced from copper sulphate solution by iron and silver from silver nitrate solution by zinc. State reasons for these reactions. [H. S. 1969]

Ans. [231 প্রশ্নোত্তরে 'প্রতিস্থাপন' ক্রিয়া দেখ।]

CHAPTER XXII

Compounds of Carbon : Organic Chemistry

[কার্বনের যৌগসমূহ ঃ জৈব রসায়ন]

Q. 268. (a) What are fuels ? How would you classify them ? Give examples. [H. S. 1963 (comp.), '65 (comp.), '67 (comp.), '71]

[(a) জ্বালানি কাহাকে বলে ? কিরূপে উহাদের শ্রেণীবিভাগ করিবে ? উদাহরণ দাও।]

(b) What is meant by the calorific value of a fuel ?

[(b) জ্বালানির তাপন-মূল্য কাহাকে বলে ?]

(c) Describe the chemistry of preparation of water gas and producer gas (or air gas). [H. S. 1962 (comp.), 1963, '64 (comp.), '67 (comp.), '69 (comp.), '71] **State their uses.**

[(c) ওয়াটার গ্যাস ও প্রডিউসার গ্যাস বা এয়ার গ্যাসের প্রস্তুতির রাসায়নিক পরিবর্তনগুলি বর্ণনা কর। উহাদের ব্যবহার কি ?]

Ans. (a) **জ্বালানি**—যে সকল পদার্থ দহন করিলে তাপশক্তি উৎপন্ন হয় তাহাদের জ্বালানি বলে। জ্বালানিগুলির মধ্যে সর্বদা কার্বন এবং সাধারণতঃ হাইড্রোজেন থাকে।

জ্বালানির শ্রেণীবিভাগ—জ্বালানি কঠিন, তরল ও গ্যাসীয় হইতে পারে। কয়লা, কাঠ, কোক ইত্যাদি কঠিন জ্বালানি, পেট্রল, কেরোসিন ইত্যাদি তরল এবং কোল-গ্যাস, প্রডিউসার গ্যাস, ওয়াটার গ্যাস ইত্যাদি গ্যাসীয় জ্বালানি। জ্বালানিকে প্রাকৃতিক ও কৃত্রিম জ্বালানিরূপেও ভাগ করা যায়। প্রকৃতি হইতে সরাসরি যে-সব জ্বালানি পাওয়া যায় সেইগুলি প্রাকৃতিক জ্বালানি। যথা, কাঠ, কয়লা, প্রাকৃতিক গ্যাস, খনিজ তৈল। যে জ্বালানি প্রকৃতিজাত জ্বালানি হইতে প্রস্তুত করা হয় তাহাকে কৃত্রিম জ্বালানি বলে। যথা, কোক, কাঠ-কয়লা, কোল গ্যাস, প্রডিউসার গ্যাস, ওয়াটার গ্যাস।

(b) **জ্বালানির তাপন-মূল্য (calorific value)**—এক পাউণ্ড কঠিন বা তরল জ্বালানি কিংবা এক ঘনফুট গ্যাসীয় জ্বালানির সম্পূর্ণ দহনে যত সংখ্যক ব্রিটিশ তাপীয় একক (British Thermal Unit বা B. Th. U.) উৎপন্ন হয় তাহা ঐ জ্বালানির

তাপন-মূল্য। এক পাউণ্ড জলকে এক ডিগ্রী ফারেনহাইট (1°F) উত্তপ্ত করিতে যে পরিমাণ তাপ প্রয়োজন তাহাকে ব্রিটিশ তাপীয় একক বলা হয়। অ্যানথ্রাসাইট কয়লা ও বিটুমিনাস কয়লার তাপন-মূল্য যথাক্রমে প্রতি পাউণ্ডে প্রায় 15,720 B. Th. U. এবং 14,950 B. Th U.। কোল গ্যাস ও ওয়াটার গ্যাসের তাপন-মূল্য যথাক্রমে প্রতি ঘনফুটে প্রায় 560 B. Th. U এবং 300 B. Th U.।

(c) ওয়াটার গ্যাস—ওয়াটার গ্যাসে আয়তন হিসাবে মোটামুটি 48% হাইড্রোজেন, 42% কার্বন মনোক্সাইড এবং ইহা ব্যতীত সামান্য CO_2 (3%), নাইট্রোজেন (6%) ও মিথেন (1%) থাকে। ইহাতে কার্বন মনোক্সাইড ও হাইড্রোজেন প্রায় সমায়তনে আছে এবং উভয় গ্যাসই দাহ্য বলিয়া ওয়াটার গ্যাস খুব বেশি তাপ সৃষ্টি করিতে পারে।

শ্বেত-তপ্ত (1000°—1125°C) কোকের উপর দিয়া স্টীম পরিচালিত করিয়া ওয়াটার গ্যাস প্রস্তুত করা হয়।

$C+H_2O \rightleftharpoons CO+H_2$. এই বিক্রিয়াটি তাপ-গ্রাহী। বিক্রিয়া চলিবার সঙ্গে সঙ্গে কোকের তাপমাত্রা কমিয়া যায় এবং কার্বন ডাই-অক্সাইড উৎপন্ন হয়।

$C+2H_2O \rightleftharpoons CO_2+2H_2$ (তাপ-গ্রাহী বিক্রিয়া)। অবশ্য কিছুটা কার্বন ডাই-অক্সাইড হাইড্রোজেন দ্বারা বিজারিত হইয়া কার্বন মনোক্সাইড হয়। $CO_2+H_2 \rightleftharpoons CO+H_2O$। তাপমাত্রা কমিবার জন্য ওয়াটার গ্যাসে কার্বন মনোক্সাইডের পরিমাণ হ্রাস পায়। সেইজন্য কোকের উপর দিয়া বায়ু প্রবাহিত করাইয়া কোক-কে আবার উপযুক্ত তাপমাত্রায় আনা হয় এবং পরে পুনরায় স্টীম পরিচালিত করা হয়। সুতরাং ওয়াটার গ্যাস প্রস্তুতিতে উত্তপ্ত কোকের উপর দিয়া পর পর স্টীম-প্রবাহ ও বায়ু প্রবাহ পরিচালিত করা হয়।

প্রয়োজনীয় অনুপাতে স্টীম ও বায়ুর মিশ্রণ একত্রে উত্তপ্ত কোকের উপর পরিচালিত করিলে যে জ্বালানি পাওয়া যায় তাহাকে সেমি-ওয়াটার গ্যাস বলে। ইহাতে আয়তন হিসাবে প্রায় H 12%, CO 30%, N 53% এবং সামান্য CH_4 ও CO_2 থাকে। $2C+O_2\ (+4N_2)=2CO+(4N_2)$; $C+H_2O=CO+H_2$। স্টীম ও বায়ুর অনুপাত এইরূপ রাখা হয় যাহাতে ওয়াটার গ্যাস বিক্রিয়ার শোষিত তাপ প্রোডিউসার গ্যাস বিক্রিয়ার উদ্ভূত তাপ দ্বারা পূরণ হয়।

ওয়াটার গ্যাসের কার্বন মনোক্সাইড ও হাইড্রোজেন উভয়েই দাহ্য। বায়ুতে পুড়িয়া যথাক্রমে CO_2 এবং স্টীম উৎপন্ন হয় এবং তাপ উৎপাদন করে। তাপন-মূল্য প্রতি ঘনফুটে 300 B Th. U।

ব্যবহার—ওয়াটার গ্যাস জ্বালানিরূপে, হাইড্রোজেনের উৎসরূপে, ধাতু নিষ্কাশনে বিজারক হিসাবে এবং মিথাইল অ্যালকোহলের পণ্য উৎপাদনে ব্যবহৃত হয়। সেমি-ওয়াটার গ্যাস জ্বালানিরূপে, এবং হাইড্রোজেন ও নাইট্রোজেনের উৎসরূপে ব্যবহৃত হয়।

প্রডিউসার গ্যাস—প্রডিউসার গ্যাসে আয়তন হিসাবে মোটামুটি 64%N, 20% কার্বন মনোক্সাইড, 10% হাইড্রোজেন এবং ইহা ব্যতীত সামান্য CO_2, (4%) ও মিথেন (2%) থাকে।

শ্বেত-তপ্ত কোকের উপর দিয়া নিয়ন্ত্রিত পরিমাণ বায়ু পরিচালিত করিয়া প্রোডিউসার গ্যাস প্রস্তুত করা হয়। কার্বন মনোক্সাইড উৎপন্ন হয় এবং নাইট্রোজেন অপরিবর্তিত থাকে। $2C+O_2\ (+4N_2)=2CO(+4N_2)$। কিছুটা কার্বন ডাই-অক্সাইড উৎপন্ন হইলে উহা উত্তপ্ত কোক দ্বারা CO-কে বিজারিত হয়। $C+O_2=CO_2$, $CO_2+C\rightleftharpoons 2CO$। এই বিজারণ ক্রিয়ায় তাপ শোষিত হয় বলিয়া কোক-কে উচ্চ তাপমাত্রায় (1000°C) রাখা হয়। তাপমাত্রার বৃদ্ধির সহিত কার্বন মনোক্সাইডের অনুপাত বৃদ্ধি পায়।

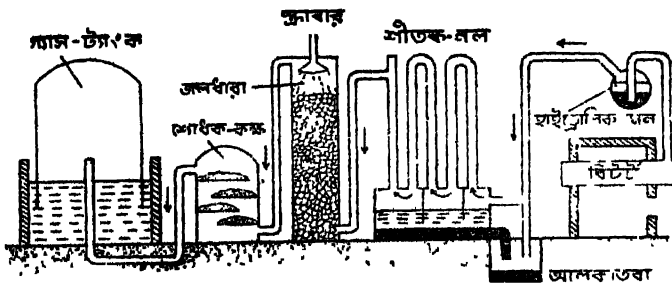
প্রডিউসার গ্যাসের কেবলমাত্র কার্বন মনোক্সাইড দাহ্য, অধিকতর পরিমাণে মিশ্রিত নাইট্রোজেন অদাহ্য। তাই ইহার তাপন-মূল্য কম (প্রতি ঘনফুট 150 B. Th. U.)। বায়ুতে CO পুড়িয়া CO_2 উৎপন্ন হয় এবং তাপ উৎপাদিত হয়। উত্তপ্ত অবস্থাতেই ইহা জ্বালানিরূপে ব্যবহৃত হয়।

ব্যবহার—কোল-গ্যাস প্রস্তুতিতে ও জিঙ্ক নিষ্কাশনে রিটর্ট উত্তপ্ত করিবার জন্য, কাচ প্রস্তুতিতে, বিজারক দ্রব্যরূপে এবং গ্যাস ইঞ্জিনে প্রডিউসার গ্যাস ব্যবহৃত হয়।

Q. 269. What is coal gas? Describe the preparation and purification of the gas. Name the by-products obtained and state their uses. [H. S. 1961 (comp.); '63; '65, '67, '68 (comp.), '69 '72]

[কোল-গ্যাস কি? কোল-গ্যাসের প্রস্তুতি ও বিশুদ্ধিকরণ বর্ণনা কর। উপজাত পদার্থগুলির নাম ও ব্যবহার বিবৃত কর।]

Ans. কোল-গ্যাস—কয়লার অন্তর্ধূম পাতনের ফল উৎপন্ন কতকগুলি গ্যাসের মিশ্রণকে কোল-গ্যাস বলা হয়। এই গ্যাস-মিশ্রণে হাইড্রোজেন (45-50), মিথেন (30-50), কার্বন মনোক্সাইড (5 10) ইত্যাদি তাপ-উৎপাদক গ্যাস, ইথিলীন, অ্যাসিটিলীন, বেনজিন ইত্যাদি আলোক-উৎপাদক অসংপৃক্ত হাইড্রোকার্বন (2·5-5), নাইট্রোজেন (2-10), কার্বন ডাই-অক্সাইড (0-2) ইত্যাদি নিষ্ক্রিয় গ্যাস থাকে। বন্ধনীর মধ্যের সংখ্যা আয়তন হিসাবে গ্যাসের আনুমানিক শতকরা মাত্রা নির্দেশ করিতেছে।

প্রস্তুতি—অগ্নিসহ মৃত্তিকা নির্মিত সারি সারি আবদ্ধ রিটর্টে বিটুমিনাস কয়লার চূর্ণ লইয়া প্রডিউসার গ্যাসের সাহায্যে 1000°—1200° সেন্টিগ্রেড পর্যন্ত উত্তপ্ত করা হয়। উদ্বায়ী পদার্থগুলি একটি আয়রন-নল বাহিয়া উঠিয়া জলপূর্ণ হাইড্রালিক মেন-এ প্রবেশ করে। এখানে গ্যাস-মিশ্রণের তাপমাত্রা 60° সেন্টিগ্রেড নামিয়া আসে

70 নং চিত্র—কোল-গ্যাস প্রস্তুতি

এবং কিছু আলকাতরা ও অ্যামোনিয়াযুক্ত জল ঘনীভূত হইয়া নীচের টার-ওয়েল (tar-well)-এ সঞ্চিত হয়। হাইড্রালিক-মেন হইতে গ্যাস-মিশ্রণ পর পর কয়েকটি শীতক-নলের (condenser) মধ্য দিয়া প্রবাহিত হয়। ফলে গ্যাস শীতল হয় এবং উহার মধ্যস্থিত সমস্ত আলকাতরা ও অ্যামোনিয়াযুক্ত জল ঘনীভূত হইয়া নীচের টার-ওয়েল-এ সঞ্চিত হয়। টার-ওয়েল-এ দুইটি স্তর থাকে—উপরের স্তর অ্যামোনিয়াযুক্ত জলীয় অংশ বা 'অ্যামোনিয়াকাল লিকর' এবং নীচের স্তর আলকাতরা (coal tar)। শীতক-নলগুলি হইতে নির্গত গ্যাস কোক-পূর্ণ একটি স্তম্ভের (স্ক্রাবার) নীচ হইতে উপরের দিকে উঠিতে থাকে এবং নিম্নগামী শীতল জলস্রোতে ধৌত হয়। গ্যাসের মধ্যস্থিত HCN, CO_2, অবশিষ্ট অ্যামোনিয়া ও খানিকটা H_2S জলে দ্রবীভূত

হয়। জল-ধৌত গ্যাসে হাইড্রোজেন সালফাইড, কার্বন ডাই-সালফাইড অপদ্রব্য মিশ্রিত থাকে।

অতঃপর পরিশোধন-কক্ষে চালিত করিয়া গ্যাসকে হাইড্রোজেন সালফাইড হইতে মুক্ত করা হয়। এই কক্ষের তাকের উপর সোদক ফেরিক অক্সাইড রাখা হয়। গ্যাসের সহিত মিশ্রিত হাইড্রোজেন সালফাইড সোদক ফেরিক অক্সাইড-দ্বারা শোষিত হইয়া ফেরিক সালফাইডে অথবা ফেরাস সালফাইড ও সালফারে পরিণত হয়। $Fe_2O_3, H_2O+3H_2S=Fe_2S_3+4H_2O$, $Fe_2O_3,H_2O,+3H_2S=2FeS+S+4H_2O$। কার্বন ডাই-সালফাইড অপসারিত করিবার জন্য কোল গ্যাসকে 450°C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত নিকেল অনুঘটকের উপর দিয়া প্রবাহিত করানো হয়। কোল গ্যাসের হাইড্রোজেন কার্বন ডাই-সালফাইডের সহিত বিক্রিয়ায় H_2S উৎপন্ন করে। $CS_2+2H_2=2H_2S+C$। উৎপন্ন H_2S-কে পূর্বের ন্যায় সোদক ফেরিক অক্সাইডের সাহায্যে অপসারিত করা হয়। এই গ্যাস অতঃপর গ্যাস-ট্যাংকে জলের উপর সঞ্চিত করা হয়।

উপজাত দ্রব্যের নাম ও ব্যবহার—(i) **আলকাতরা**—ইহা টার-ওয়েল-এ নীচের স্তরে সঞ্চিত হয়। ইহার আংশিক পাতন দ্বারা বেনজিন, টলুইন, ন্যাপ্থালিন, কার্বলিক অ্যাসিড ইত্যাদি পাওয়া যায়। পাতনের অবশেষ 'পিচ্' (pitch) রাস্তা তৈয়ারী করিতে ব্যবহৃত হয়।

(ii) **অ্যামোনিয়াকাল লিকর**—অ্যামোনিয়াম লবণের জলীয় দ্রবণ টার-ওয়েলের উপর স্তরে সঞ্চিত হয়। চুন-গোলার সহিত উত্তপ্ত করিয়া অ্যামোনিয়া গ্যাস পাওয়া যায় এবং ইহাকে অ্যামোনিয়াম সালফেটে পরিণত করিয়া জমির সার হিসাবে ব্যবহার করা হয়।

(iii) **কোক**—পাতনের পরে রিটর্টের তলদেশে যে কালো পদার্থ অবশিষ্ট থাকে তাহাকে কোক বলে। জ্বালানি হিসাবে এবং ধাতু নিষ্কাশনে বিজারক দ্রব্যরূপে ইহা ব্যবহৃত হয়।

(iv) **গ্যাস-কার্বন**—রিটর্টের ভিতরের গায়ে যে কালো ও শক্ত আস্তরণ সঞ্চিত হয় তাহা গ্যাস কার্বন। তড়িৎ-বিশ্লেষক সেল্ ও তড়িৎ-চুল্লীর তড়িৎ-দ্বার প্রভৃতির জন্য ব্যবহৃত হয়।

(v) নিঃশেষিত ফেরিক অক্সাইড—পরিশোধক-কক্ষের ব্যবহৃত শোষক ফেরিক অক্সাইড অধিকাংশই সালফাইডে পরিণত হয়। ইহাতে সালফার ব্যতীত সায়ানোজেন যৌগও থাকে। পটাসিয়াম ফেরোসায়ানাইড প্রস্তুতে এবং সালফিউরিক অ্যাসিডের প্রস্তুতির জন্য প্রয়োজনীয় SO_2 উৎপাদনের জন্য ইহা ব্যবহৃত হয়।

Q. 270. Name the products obtained by the destructive distillation of wood. What are their uses? [H. S. 1962 ; '68 (comp.)]

[কাঠের অন্তর্ধূম পাতনের সাহায্যে কি কি পদার্থ পাওয়া যায়? উহাদের ব্যবহার কি?]

Ans. কাস্ট আয়রনের রিটর্টে কাঠকে অক্সিজেনের অনুপস্থিতিতে 350°—400°C-এর মধ্যে উত্তপ্ত করিলে নিম্নলিখিত পদার্থগুলি পাওয়া যায়:

(i) **উড্ গ্যাস** (wood gas)—ইহা H_2, CH_4, CO, CO_2, N_2 এর মিশ্রণ। ইহা রিটর্ট উত্তপ্ত করিবার জন্য ব্যবহৃত হয়।

(ii) **পাইরোলিগ্নিয়াস অ্যাসিড** (Pyroligneous acid)—ইহা অ্যাসিটিক অ্যাসিড (10%), মিথাইল অ্যালকোহল (2—4%) এবং অ্যাসিটোন (0.1—0.5%)-এর মিশ্র জলীয় দ্রবণ। পাইরোলিগ্নিয়াস অ্যাসিড হইতে মিথাইল অ্যালকোহল, অ্যাসিটোন এবং অ্যাসেটিক অ্যাসিড সংগ্রহ করা হয়।

(iii) **আলকাতরা বা উড-টার** (wood tar)—কালো ও ভারী তরল পদার্থ। ইহাতে বিভিন্ন জাতীয় পদার্থ থাকে। পাতিত করিয়া পদার্থগুলি পাওয়া যায়।

(iv) **কাঠকয়লা** (wood charcoal)—রিটর্টে অবশেষরূপে থাকে। ইহা প্রধানতঃ কার্বন এবং ইহা জ্বালানি হিসাবে ব্যবহৃত হয়।

Q. 271. What are the products of fractional distillation of petroleum? What are their uses?

[H. S. 1965 (comp.) ; '67 (comp.) ; '71 (comp.)]

[পেট্রোলিয়ামের আংশিক পাতন করিলে কি কি পদার্থ পাওয়া যায়? উহাদের ব্যবহার কি?]

Ans. খনিতে যে পেট্রোলিয়াম পাওয়া যায় তাহা অবিশুদ্ধ অবস্থায় থাকে। ইহা—কালো, লাল, বাদামী ইত্যাদি নানা বর্ণের আঁঠালো তরল পদার্থ। ইহার মধ্যে বিভিন্ন হাইড্রোকার্বন প্রচুর পরিমাণে থাকে। বালি ও মাটিকে থিতাইয়া পেট্রোলিয়াম

হইতে পৃথক করা হয়। তারপর একটি আবদ্ধ পাত্রে ধীরে ধীরে উত্তপ্ত করা হয়। উপাদানগুলির স্ফুটনাংক বিভিন্ন বলিয়া আংশিক পাতনের সাহায্যে পেট্রোলিয়ামকে নানা অংশে বিভক্ত করা যায়। নিম্নে বিভিন্ন অংশের নাম, যে তাপমাত্রায় উহা সংগ্রহ করা হয় তাহা এবং উহাদের ব্যবহার দেওয়া হইল।

নাম	তাপমাত্রা	ব্যবহার
(1) প্রাকৃতিক গ্যাস যথা, মিথেন, বিউটেন ইত্যাদি।	সাধারণ তাপমাত্রা পর্যন্ত	জ্বালানি হিসাবে
(2) গ্যাসোলিন	40°—200°C	
পুনঃ পাতনে—		
(i) পেট্রোলিয়াম ইথার	40°—80°C	তৈল ও স্নেহজাতীয় পদার্থের দ্রাবক হিসাবে।
(ii) পেট্রোল	80°—120°C	মোটরের জ্বালানিরূপে
(iii) বেনজাইন	120°—200°C	দ্রাবক রূপে।
(3) কেরোসিন	200°—300°C	জ্বালানি ও আলোর উৎসরূপে।
(4) হেভী অয়েল বা গ্যাস অয়েল	300°C-এর উপর	জ্বালানিরূপে ; গ্যাসোলিনে পরিণত করিবার জন্য ; প্যারাফিন (মোমবাতি তৈয়ারীর জন্য) ভেসেলীন ইত্যাদির উৎস।
(5) অবশিষ্ট পিচ		রাস্তা তৈয়ারীর জন্য।

Q. 272. (a) How is methane prepared in the laboratory? How is it purified? [H. S. 1961 (comp.), '64, '66, '70 (comp)]

(b) State its properties and uses. [H. S. 1961 (comp.), 1970 (comp).]

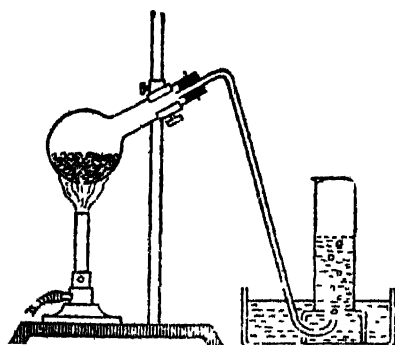
(c) Show that methane is a saturated compound. [H. S. 1061 (comp); '67 (comp.); '72]

(d) Show that methane contains carbon and hydrogen (or methane is a compound of carbon and hydrogen). [H. S. 1964 (comp.)]

[(a) ল্যাবরেটরীতে মিথেন কিরূপে তৈয়ারী করা হয়? ইহা কিরূপে বিশুদ্ধ করা হয়? (b) মিথেনের ধর্ম ও ব্যবহার বিবৃত কর। (c) দেখাও যে মিথেন একটি সম্পৃক্ত যৌগ। (d) প্রমাণ কর যে মিথেনে কার্বন ও হাইড্রোজেন আছে অথবা মিথেন কার্বন ও হাইড্রোজেনের যৌগ।]

Ans. (a) **প্রস্তুতি**—অনার্দ্র সোডিয়াম অ্যাসিটেট ও সোডা-লাইমের মিশ্রণ উত্তপ্ত করিলে মিথেন গ্যাস উৎপন্ন হয়।

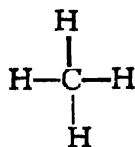
$$CH_3COONa + NaOH = CH_4 + Na_2CO_3$$

নির্গম-নলযুক্ত একটি শক্ত কাচের মোটা টেস্ট-টিউবে বা তামার ফ্লাস্কে অনার্দ্র সোডিয়াম অ্যাসিটেট ও উহার তিনগুণ পরিমাণ সোডা-লাইমের মিশ্রণ উত্তপ্ত করা হয়। উৎপন্ন মিথেন পাত্রের বায়ুর সহিত মিশ্রিত হইয়া প্রথমে বাহির হয়। টেস্ট-টিউবের বা ফ্লাস্কের সমস্ত বায়ু অপসারিত হইলে নির্গত মিথেন গ্যাস জলের অপসারণ দ্বারা গ্যাস-জারে সঞ্চিত করা হয়।

71 নং চিত্র— মিথেন প্রস্তুতি

বিশুদ্ধিকরণ—এইরূপে প্রস্তুত করা গ্যাসে হাইড্রোজেন, ইথিলীন, অ্যাসিটিলীন জলীয় বাষ্প ইত্যাদি অপদ্রব্য মিশ্রিত থাকে। গ্যাসকে অ্যামোনিয়া-যুক্ত কিউপ্রাস ক্লোরাইড দ্রবণের মধ্য দিয়া প্রবাহিত করাইয়া অ্যাসিটিলীন এবং গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডের মধ্য দিয়া প্রবাহিত করাইয়া ইথিলীন ও জলীয় বাষ্প শোষণ করা হয়। হাইড্রোজেন অপসারণের জন্য গ্যাসের সহিত অতিরিক্ত অক্সিজেন মিশ্রিত করিয়া মিশ্রণকে 100° সেন্টিগ্রেডে উত্তপ্ত প্যালাডিয়ামের উপর দিয়া প্রবাহিত করানো হয়। হাইড্রোজেন জলরূপে অপসারিত হয়। অবশিষ্ট অক্সিজেন ক্ষারীয় পাইরোগ্যালেট দ্রবণে শোষণ করিয়া মিথেনকে গাঢ় H_2SO_4 দ্বারা শুষ্ক করা হয় এবং শুষ্ক ও বিশুদ্ধ মিথেন পারদের উপর সংগ্রহ করা হয়।

(b) **মিথেনের ধর্ম**—(i) মিথেন গন্ধহীন, বর্ণহীন, স্বাদহীন গ্যাস; বায়ু অপেক্ষা,

হাল্কা এবং জলে অতি সামান্য দ্রাব্য। সংপৃক্ত যৌগ বলিয়া মিথেন খুব নিষ্ক্রিয় এবং স্থায়ী। ইহার গঠনমূলক সংকেত,

$$
\begin{array}{c} H \\ | \\ H-C-H \\ | \\ H \end{array}
$$

গাঢ় H_2SO_4, HNO_3, NaOH দ্বারা ইহা আক্রান্ত হয় না। (ii) বায়ুতে বা অক্সিজেনে মিথেন দহন করিলে ঈষৎ নীল শিখার সহিত জ্বলে এবং জারিত হইয়া কার্বন ডাই-অক্সাইড ও জল উৎপন্ন করে। $CH_4+2O_2=CO_2+2H_2O$। (iii) মিথেন ও ক্লোরিনের মিশ্রণ উজ্জ্বল সূর্যালোকে রাখিলে বা উত্তপ্ত করিলে বিস্ফোরিত হয় এবং হাইড্রোজেন ক্লোরাইড ও কার্বন উৎপন্ন হয়। $CH_4+2Cl_2 = C+4HCl$। (iv) মিথেন ও ক্লোরিনের মিশ্রণ বিক্ষিপ্ত (diffused) সূর্যালোকে রাখিলে মিথেনের হাইড্রোজেন পরমাণু একটি একটি করিয়া ক্লোরিন দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয় এবং যথাক্রমে মিথাইল ক্লোরাইড, মিথিলিন ক্লোরাইড, ক্লোরোফর্ম ও কার্বন টেট্রা-ক্লোরাইড উৎপন্ন করে। প্রতিক্ষেত্রেই হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়।

$CH_4+Cl_2=CH\ Cl+HCl$; $CH_3Cl+Cl_2=CH_2Cl_2+HCl$;

$CH_2Cl_2+Cl_2=CHCl_3+HCl$; $CHCl_3+Cl_2=CCl_4+HCl$.

ব্রোমিনের সহিতও মিথেন এইরূপ ক্রিয়া করে কিন্তু তাহা খুব ধীরে ধীরে হয়। এই বিক্রিয়াকে প্রতিস্থাপন-ক্রিয়া বলে এবং উৎপন্ন পদার্থগুলিকে প্রতিস্থাপিত যৌগ বলে।

ব্যবহার—হাইড্রোজেনের উৎসরূপে ব্যবহৃত হয়। মিথেনের অসম্পূর্ণ দহনে প্রাপ্ত কার্বন ব্ল্যাক্ গাড়ীর চাকায়, ছাপাখানার কালিতে, গ্রামোফোনের রেকর্ডে ব্যবহৃত হয়।

(c) মিথেন সাধারণভাবে অ্যাসিড, ক্ষার ও নানাবিধ বিকারকের সহিত বিক্রিয়া করে না। মিথেন ক্লোরিনের সহিত প্রতিস্থাপন ক্রিয়া দেয়। এখানে উৎপন্ন যৌগের নাম এবং সমীকরণ লিখ। ইহা কোন যুত-যৌগ গঠন করে না। সুতরাং মিথেন একটি সম্পৃক্ত যৌগ।

(d) মিথেন ও ক্লোরিনের মিশ্রণ উত্তপ্ত করিলে হাইড্রোজেন ক্লোরাইড উৎপন্ন হয় এবং কালো কণা পৃথক হয়। উৎপন্ন কালো কণাগুলি অক্সিজেনে দহন করিলে যে গ্যাস উৎপন্ন হয় তাহা চুন-জল ঘোলা করে। সুতরাং এই গ্যাস কার্বন-ডাই-অক্সাইড এবং কালো কণাগুলি কার্বন। $CH_4+2Cl_2=4HCl+C$; $C+O_2=CO_2$। অতএব মিথেনে কার্বন আছে।

মিথেনকে বায়ুতে দহন করিলে যে গ্যাসীয় পদার্থ পাওয়া যায় তাহাকে শীতল করিলে একটি তরল পাওয়া যায়। ইহা অনার্দ্র কপার সালফেটকে নীল করে। সুতরাং তরলটি জল। জলে হাইড্রোজেন আছে, সুতরাং মিথেনে হাইড্রোজেন আছে। অতএব মিথেন কার্বন ও হাইড্রোজেনের যৌগ।

Q. 273. (a) How is ethylene prepared ? How is it purified ?
[H. S. 1962 (comp.) ; '64, '67, '69, '71]

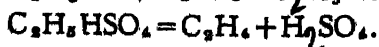
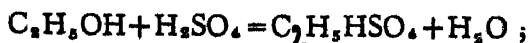
(b) State its properties and uses.

(c) Show that ethylene is an unsaturated compound.
[H. S. 1964, '67, '71, '72]

(d) Show that ethylene contains carbon and hydrogen (or ethylene is a compound of carbon and hydrogen).

[(a) ইথিলীন কিরূপে প্রস্তুত ও বিশুদ্ধ করা হয়? (b) ইহার ধর্ম ও ব্যবহার বিবৃত কর। (c) প্রমাণ কর যে ইথিলীন একটি অসংপৃক্ত যৌগ। (d) ইথিলীনে কার্বন ও হাইড্রোজেন আছে বা ইথিলীন কার্বন ও হাইড্রোজেন লইয়া গঠিত—প্রমাণ কর।]

Ans. (a) প্রস্তুতি—ইথাইল অ্যালকোহল ও অতিরিক্ত পরিমাণ গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডের মিশ্রণ উত্তপ্ত করিলে ইথিলীন উৎপন্ন হয়। সালফিউরিক অ্যাসিড এখানে অ্যালকোহল হইতে জল বিমুক্ত করিয়া নিরুদকের কাজ করে।

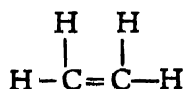
$$C_2H_5OH+H_2SO_4=C_2H_5HSO_4+H_2O \; ;$$
$$C_2H_5HSO_4=C_2H_4+H_2SO_4.$$

বিন্দুপাতী ফানেল ও নির্গম-নলযুক্ত ফ্লাস্কে ইথাইল অ্যালকোহল ও গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডের মিশ্রণ (1 : 3 আয়তনের অনুপাতে) লইয়া উহাকে বালু-খোলায় 160° সেন্টিগ্রেড পর্যন্ত উত্তপ্ত করা হয়। ফুটনের সময় বেশী ফেনা

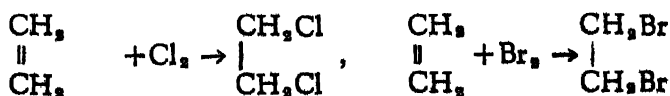
যাহাতে না হয় সেইজন্য ফ্লাস্কে কয়েকটি ভাঙ্গা কাচের টুকরা দেওয়া হয়। বিক্রিয়া আরম্ভ হইলে বিন্দুপাতী ফানেল হইতে ধীরে ধীরে সমায়তনের অ্যালকোহল ও অ্যাসিডের মিশ্রণ ঢালা হয়। ইহাতে বিক্রিয়ার ধারা অব্যাহত থাকে। নির্গত গ্যাসকে কষ্টিক পটাস দ্রবণের মধ্য দিয়া প্রবাহিত করাইয়া SO_2, CO_2 ইত্যাদি অপদ্রব্য হইতে পৃথক করা হয় এবং জলের অপসারণ দ্বারা গ্যাস-জারে সংগ্রহ করা হয়।

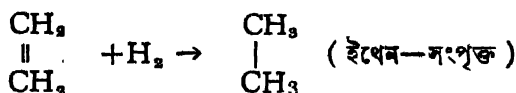
বিশুদ্ধিকরণ—ইথিলীন গ্যাসকে ব্রোমিন-জলে শোষিত করিয়া ইথিলীন ডাই-ব্রোমাইডে পরিণত করা হয়। সেপারেটিং ফানেলে সোডিয়াম কার্বনেট দ্রবণের সহিত নাড়িয়া নীচের ভারী ইথিলীন ডাই-ব্রোমাইড স্তর পৃথক করা হয়। ইহাকে জলে ধৌত করিয়া অনার্দ্র $CaCl_2$ দ্বারা শুষ্ক করিয়া পাতিত করিলে বিশুদ্ধ ইথিলীন ডাই-ব্রোমাইড পাওয়া যায়। ইহাকে জিংক-চূর্ণের সহিত উত্তপ্ত করিলে বিশুদ্ধ ইথিলীন গ্যাস উৎপন্ন হয়। পারদ-অপসারণ দ্বারা শুষ্ক গ্যাস-জারে ইহা সংগ্রহ করা হয়।

$C_2H_4+Br_2=C_2H_4Br_2$, $C_2H_4Br_2+Zn=ZnBr_2+C_2H_4$.

(b) **ইথিলীনের ধর্ম**—(i) ইথিলীন ঈষৎ মিষ্টি গন্ধযুক্ত বর্ণহীন গ্যাস, জলে প্রায় অদ্রাব্য। (ii) বায়ু বা অক্সিজেনে উজ্জ্বল শিখার সহিত জ্বলিয়া কার্বন ডাই-অক্সাইড ও জল উৎপন্ন করে। $C_2H_4+3O_2=2CO_2+2H_2O$। (iii) ইথিলীন ও ক্লোরিনের মিশ্রণ উত্তপ্ত করিলে উহা লাল শিখার সহিত জ্বলে এবং হাইড্রোজেন ক্লোরাইড ও কার্বন উৎপন্ন হয়। $C_2H_4+2Cl_2=2C+4HCl$। (iv) ইথিলীনের অণুতে কার্বন-পরমাণুর মধ্যে দ্বি-বন্ধ থাকায় ইহা অসংপৃক্ত এবং ইহার রাসায়নিক সক্রিয়তা বেশী। ইহার গঠনমূলক সংকেত,

```
    H   H
    |   |
  H-C = C-H
```

Cl_2, HBr গাঢ় H_2SO_4-এর সহিত যুত-যৌগ উৎপন্ন করে। যথা, (a) সাধারণ তাপমাত্রায় ক্লোরিনের সহিত তরল ইথিলীন ডাই-ক্লোরাইড উৎপন্ন করে। (b) ব্রোমিনের মধ্যে ইথিলীন পরিচালিত করিলে ব্রোমিন বর্ণহীন হয় এবং তরল ইথিলীন ডাই-ব্রোমাইড উৎপন্ন হয়।

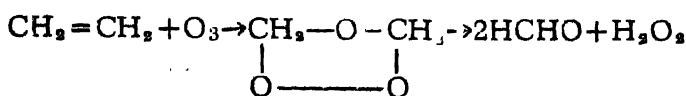
$$\begin{matrix} CH_2 \\ \| \\ CH_2 \end{matrix} + Cl_2 \rightarrow \begin{matrix} CH_2Cl \\ | \\ CH_2Cl \end{matrix}, \quad \begin{matrix} CH_2 \\ \| \\ CH_2 \end{matrix} + Br_2 \rightarrow \begin{matrix} CH_2Br \\ | \\ CH_2Br \end{matrix}$$

(c) বিচূর্ণ নিকেলের প্রভাবে 150°C তাপমাত্রায় হাইড্রোজেন গ্যাস ইথিলীনকে বিজারিত করিয়া ইথেনে পরিণত করে।

$$\begin{array}{c} CH_2 \\ \| \\ CH_2 \end{array} + H_2 \rightarrow \begin{array}{c} CH_3 \\ | \\ CH_3 \end{array}$$ (ইথেন—সংপৃক্ত)

(d) গাঢ় H_2SO_4-এর সহিত ইথাইল হাইড্রোজেন সালফেট এবং HCl-এর সহিত ইথাইল ক্লোরাইড উৎপন্ন হয়।

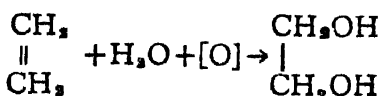
$$CH_2=CH_2+H_2SO_4 \rightarrow CH_3CH_2HSO_4$$ ।

$$CH_2=CH_2+HCl \rightarrow CH_3\,CH_2Cl$$

(e) ইহা ওজোনের সহিত যুক্ত হইয়া ইথিলীন ওজোনাইড উৎপন্ন করে। ইহাকে জল বা লঘু অ্যাসিড দিয়া উত্তপ্ত করিলে হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড ও ফরম্যালডিহাইড উৎপন্ন হয়।

$$CH_2=CH_2+O_3 \rightarrow \begin{array}{c} CH_2-O-CH_2 \\ |\qquad\quad | \\ O\text{———}O \end{array} \rightarrow 2HCHO+H_2O_2$$

(ইথিলীন ওজোনাইড)

(v) শীতল ও লঘু ক্ষারীয় পটাসিয়াম পারম্যাংগানেট দ্রবণ ইথিলীনকে জারিত করিয়া ইথিলীন গ্লাইকলে পরিণত করে এবং পারম্যাংগানেট দ্রবণ বর্ণহীন হয়।

$$\begin{array}{c} CH_2 \\ \| \\ CH_2 \end{array} + H_2O + [O] \rightarrow \begin{array}{c} CH_2OH \\ | \\ CH_2OH \end{array}$$

(vi) ইথিলীনকে উচ্চ চাপে (150 গুণ বায়ুমণ্ডলীয় চাপ) ও উচ্চ তাপমাত্রায় (200°—300°C) উত্তপ্ত করিলে কয়েকটি ইথিলীন অণু একত্রে যুক্ত হইয়া পলিথিন নামক বহু-যৌগ (ploymer) উৎপন্ন করে। $nC_2H_4 \rightarrow (C_2H_4)n$। পলিথিন একটি প্লাস্টিক। ইহা তড়িৎ পরিবহণে অক্ষম বলিয়া "ইনসুলেটর" তৈরির জন্য ব্যবহৃত হয়।

ব্যবহার—ইথিলীন ডাই-ব্রোমাইড, ইথাইল অ্যালকোহল ও পলিথিন প্লাস্টিক প্রস্তুতে, কাঁচা ফল পাকাইবার জন্য, চেতনা-নাশকরূপে, মাস্টার্ড গ্যাস প্রস্তুতে ইথিলীন ব্যবহৃত হয়।

(f) ইথিলীন ব্রোমিন-জলকে বর্ণহীন করে এবং ইথিলীন ডাই-ব্রোমাইড উৎপন্ন হয়। শীতল পার-ম্যাঙ্গানেট দ্রবণকে বর্ণহীন করে। ইহা ওজোনের সহিত ইথিলীন ওজোনাইড যুক্ত-যৌগ গঠন করে। এই বিক্রিয়াগুলি প্রমাণ করে যে ইথিলীন একটি অসংপৃক্ত যৌগ। [এখানে ঐ বিক্রিয়াগুলির সমীকরণ লিখ—'ইথিলীনের ধর্ম' দেখ।]

(g) ইথিলীন ও ক্লোরিনের মিশ্রণ উত্তপ্ত করিলে লাল শিখাসহ জলে এবং হাইড্রোজেন ক্লোরাইড গ্যাস ও কালো কণা উৎপন্ন হয়। কালো কণাগুলিকে বায়ুতে দহন করিলে যে গ্যাস উৎপন্ন হয় তাহা চুন-জল ঘোলা করে। সুতরাং এই গ্যাস কার্বন ডাই-অক্সাইড এবং কালো কণাগুলি কার্বন। সুতরাং ইথিলীনে কার্বন আছে। আবার, ইথিলীনকে বায়ুতে দহন করিলে যে গ্যাসীয় পদার্থ পাওয়া যায় তাহাকে শীতল করিলে একটি তরল পাওয়া যায়। এই তরল অনার্দ্র কপার সালফেটকে নীল করে। সুতরাং এই তরল জল। জলে হাইড্রোজেন আছে, সুতরাং ইথিলীনে হাইড্রোজেন আছে। অতএব, ইথিলীন কার্বন ও হাইড্রোজেনের যৌগ।

Q. 274. (a) How is acetylene prepared in the laboratory ? How is it purified ?

[H. S. 1961 ; '65 (comp.) ; '66 (comp.), '70, '72]

(b) State its properties and uses. [H. S. 1961, '65, '70]

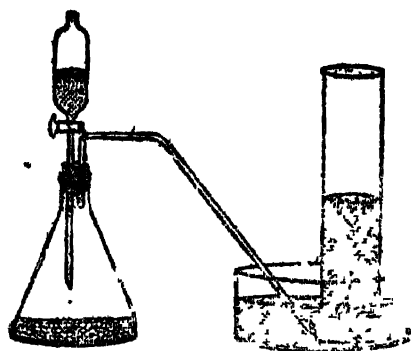
(c) Show that acetylene is an unsaturated compound.

(d) Show that acetylene contains carbon and hydrogen (or, acetylene is a compound of carbon and hydrogen.) [H. S. 1972]

(e) Why does methane burn with a non-luminous flame but ethylene or acetylene burns with a luminous flame ?

[(a) অ্যাসিটিলীন কিরূপে ল্যাবরেটরীতে প্রস্তুত করা হয় ? কিরূপে ইহা বিশুদ্ধ করা হয় ? (b) ইহার ধর্ম ও ব্যবহার উল্লেখ কর। (c) প্রমাণ কর যে অ্যাসিটিলীন একটি অসংপৃক্ত হাইড্রোকার্বন। (d) অ্যাসিটিলীনে কার্বন ও হাইড্রোজেন আছে বা অ্যাসিটিলীন কার্বন ও হাইড্রোজেন লইয়া গঠিত—প্রমাণ কর। (e) মিথেন অদীপ্ত শিখায় এবং ইথিলীন বা অ্যাসিটিলীন প্রদীপ্ত শিখায় জ্বলে কেন ?]

Ans. (a) **প্রস্তুতি**—সাধারণ তাপমাত্রায় ক্যালসিয়াম কার্বাইড ও জলের রাসায়নিক ক্রিয়ায় অ্যাসিটিলীন গ্যাস উৎপন্ন হয়। $CaC_2 + 2H_2O = Ca(OH)_2 + C_2H_2$

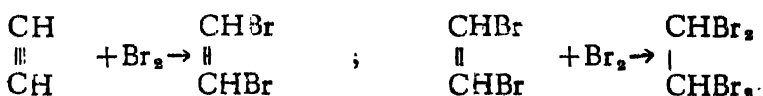
72নং চিত্র—অ্যাসিটিলীন প্রস্তুতি

বিন্দুপাতী ফানেল ও নির্গম নল-যুক্ত একটি কনিক্যাল ফ্লাস্কে বালির উপরে ক্যালসিয়াম কার্বাইডের টুকরা লওয়া হয়। ফ্লাস্কের মধ্যের বায়ু বোল-গ্যাস দ্বারা অপসারিত করা হয়। ফানেল হইতে অল্প অল্প জল ঢালিলে অ্যাসিটিলীন গ্যাস নির্গত হয়। প্রথমে কিছু গ্যাস বাহির হইতে দিয়া জলের অপসারণ দ্বারা গ্যাস-জারে অ্যাসিটিলীন সংগ্রহ করা হয়। ইহাতে H_2S, NH_3, PH_3 ইত্যাদি অপদ্রব্যগুলি থাকে।

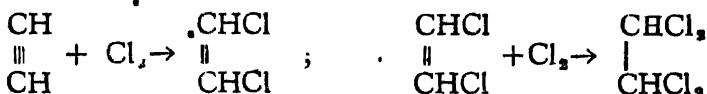
বিশুদ্ধিকরণ—অবিশুদ্ধ অ্যাসিটিলীন গ্যাস অ্যামোনিয়া যুক্ত কিউপ্রাস ক্লোরাইডের মধ্য দিয়া প্রবাহিত করাইলে লাল বর্ণের কিউপ্রাস অ্যাসিটিলাইড উৎপন্ন হয়। ইহাকে পৃথক করিয়া গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড দ্বারা উত্তপ্ত করিলে অ্যাসিটিলীন নির্গত হয়। ফসফরাস-পেণ্টাক্সাইড দ্বারা শুষ্ক করিয়া ইহা পারদের উপর সংগ্রহ করা হয়। $C_2H_2 + Cu_2Cl_2 = Cu_2C_2 + 2HCl$; $Cu_2C_2 + 2HCl = Cu_2Cl_2 + C_2H_2$ ।

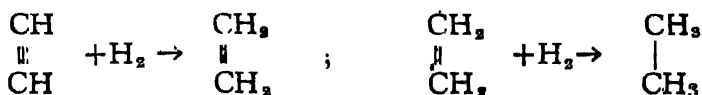
(b) **অ্যাসিটিলীনের ধর্ম**—(i) বিশুদ্ধ অ্যাসিটিলীন মিষ্ট গন্ধযুক্ত, বর্ণহীন গ্যাস, বায়ু অপেক্ষা হাল্কা, জলে অদ্রাব্য। (ii) বায়ু বা অক্সিজেনে খুব দীপ্ত ও ধোঁয়াযুক্ত শিখার সহিত জ্বলিয়া কার্বন ডাই-অক্সাইড ও জল উৎপন্ন করে। $2C_2H_2 + 5O_2 = 4CO_2 + 2H_2O$ । (iii) ক্লোরিনের সহিত মিশ্রিত করিলে বিস্ফোরণ ঘটে এবং হাইড্রোজেন ক্লোরাইড ও কার্বন উৎপন্ন হয়। $C_2H_2 + Cl_2 = 2C + 2HCl$ । (iv) অ্যাসিটিলীনের কার্বন পরমাণু দুইটির মধ্যে তিনটি ইলেকট্রন-যুগ্ম বা একটি ত্রি-বন্ধ আছে বলিয়া ইহা বিশেষ সক্রিয় এবং অস্থায়ী ধরনের যৌগ।

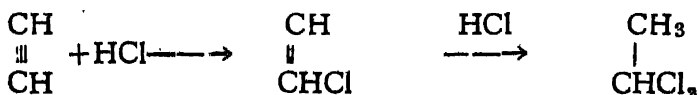
ইহার গঠনমূলক সংকেত, $H-C \equiv C-H$

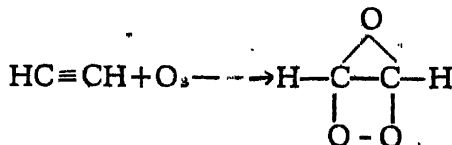
Cl_2, H_2, Br_2, HBr-এর সহিত সংযুক্ত হইয়া প্রথমে দ্বি-বন্ধ যুক্ত-যৌগে এবং শেষে সংপৃক্ত যৌগে পরিণত হয়। (a) ইহা ব্রোমিনের সহিত প্রথমে অ্যাসিটিলীন ডাই-ব্রোমাইড এবং পরে অ্যাসিটিলীন টেট্রাব্রোমাইড উৎপন্ন করে এবং ব্রোমিন বর্ণহীন হয়।

$$\begin{matrix} CH \\ ||| \\ CH \end{matrix} + Br_2 \rightarrow \begin{matrix} CHBr \\ || \\ CHBr \end{matrix} \quad ; \quad \begin{matrix} CHBr \\ || \\ CHBr \end{matrix} + Br_2 \rightarrow \begin{matrix} CHBr_2 \\ | \\ CHBr_2 \end{matrix}$$

(b) সালফার ক্লোরাইড ও বিজারিত আয়রনের উপস্থিতিতে নিয়মিত পরিমাণ ক্লোরিনের ক্রিয়ায় অ্যাসিটিলীন প্রথমে অ্যাসিটিলীন ডাই-ক্লোরাইড ও পরে অ্যাসিটিলীন টেট্রাক্লোরাইড (westron) উৎপন্ন করে।

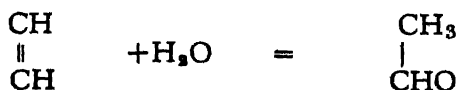
$$\begin{matrix} CH \\ ||| \\ CH \end{matrix} + Cl_2 \rightarrow \begin{matrix} CHCl \\ || \\ CHCl \end{matrix} \quad ; \quad \begin{matrix} CHCl \\ || \\ CHCl \end{matrix} + Cl_2 \rightarrow \begin{matrix} CHCl_2 \\ | \\ CHCl_2 \end{matrix}$$

(c) চূর্ণ নিকেলের উপস্থিতিতে হাইড্রোজেন দ্বারা বিজারিত হইয়া অ্যাসিটিলীন প্রথমে অসংপৃক্ত হাইড্রোকার্বন ইথিলীনে এবং পরে সংপৃক্ত ইথেনে পরিণত হয়।

$$\begin{matrix} CH \\ ||| \\ CH \end{matrix} + H_2 \rightarrow \begin{matrix} CH_2 \\ || \\ CH_2 \end{matrix} \quad ; \quad \begin{matrix} CH_2 \\ || \\ CH_2 \end{matrix} + H_2 \rightarrow \begin{matrix} CH_3 \\ | \\ CH_3 \end{matrix}$$

(d) হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের সহিত শেষ পর্যন্ত ইথিলীডিন ক্লোরাইড উৎপন্ন করে।

$$\begin{matrix} CH \\ ||| \\ CH \end{matrix} + HCl \longrightarrow \begin{matrix} CH \\ || \\ CHCl \end{matrix} \xrightarrow{HCl} \begin{matrix} CH_3 \\ | \\ CHCl_2 \end{matrix}$$

(e) অ্যাসিটিলীন ওজোনের সহিত ওজোনাইড গঠন করে।

$$HC \equiv CH + O_3 \longrightarrow H-\underset{\substack{| \\ O}}{C}-\underset{\substack{| \\ O}}{C}-H \quad (\text{C–C bridged by O above; lower O–O linked})$$

(v) পটাসিয়াম পারম্যাঙ্গানেট দ্বারা জারিত হইয়া অ্যাসিটিলীন অণু ভাঙ্গিয়া ফরমিক অ্যাসিডে পরিণত হয় এবং দ্রবণ বর্ণহীন হয়।

(vi) লঘু (20%) ও গরম (80°C) সালফিউরিক অ্যাসিড দ্রবণের মধ্যে মারকিউরিক সালফেটের উপস্থিতিতে অ্যাসিটিলীন পরিচালিত করিলে উহা জলের সহিত সংযুক্ত হইয়া অ্যাসেট্যালডিহাইড পরিণত হয়।

$$\begin{array}{c} CH \\ \| \\ CH \end{array} + H_2O = \begin{array}{c} CH_3 \\ | \\ CHO \end{array}$$

(vii) অ্যামোনিয়া-যুক্ত কিউপ্রস ক্লোরাইড ও সিলভার নাইট্রেট দ্রবণের মধ্যে অ্যাসিটিলীন পরিচালিত করিলে যথাক্রমে লাল কিউপ্রাস অ্যাসিটিলাইড ও সাদা সিলভার অ্যাসিটিলাইড উৎপন্ন হয়। $Cu_2Cl_2 + C_2H_2 = Cu_2C_2 + 2HCl$, $C_2H_2 + 2AgNO_3 = Ag_2C_2 + 2HNO$.

(viii) অ্যাসিটিলীনকে তীব্র উত্তপ্ত করিলে উহার তিনটি অণু একত্র হইয়া বেনজিন উৎপন্ন হয়। ইহাকে বহুসংযোগ ক্রিয়া (polymerisation) বলে। $3C_2H_2 = C_6H_6$।

ব্যবহার—অ্যাসেটিক অ্যাসিড অ্যাসেট্যালডিহাইড অক্সি-অ্যাসিটিলীন শিখা এবং কৃত্রিম রবার উৎপাদনে ইহা ব্যবহৃত হয়।

(c) অ্যাসিটিলীনের সহিত ব্রোমিন, হাইড্রোজেন, ওজোন ও পটাসিয়াম পারম্যাংগানেটের বিক্রিয়া সমীকরণ সহ উল্লেখ কর। ("অ্যাসিটিলীনের ধর্ম দেখ") ইহা হইতে প্রমাণ হয় যে অ্যাসিটিলীন একটি অসংপৃক্ত যৌগ।

(d) অ্যাসিটিলীনের সহিত ক্লোরিনের বিক্রিয়ায় বিস্ফোরণ ঘটে এবং হাইড্রোজেন ক্লোরাইড ও কালো কণা উৎপন্ন হয়। 273(d) বা 274(d) প্রশ্নোত্তরের ন্যায় প্রমাণ কর যে কালো কণাগুলি কার্বন। অ্যাসিটিলীনকে বায়ুতে দহন করিলে কার্বন ডাই-অক্সাইড ও জলীয় বাষ্প উৎপন্ন হয়। ঐ প্রশ্নোত্তরের ন্যায় প্রমাণ কর যে উৎপন্ন গ্যাসীয় পদার্থের মধ্যে একটি পদার্থ জল। সুতরাং অ্যাসিটিলীনে কার্বন ও হাইড্রোজেন আছে।

(e) মিথেন অপেক্ষা ইথিলীনে বা অ্যাসিটিলীনে কার্বনের শতকরা মাত্রা বেশী। ইথিলীনের বা অ্যাসিটিলীনের অসম্পূর্ণ দহনের জন্য শিখায় কার্বন কণার সৃষ্টি হয়। [illegible] উহা প্রদীপ্ত শিখায় জ্বলে। ঐ অবস্থায় মিথেনের অসম্পূর্ণ দহন ঘটে, কার্বন কণার [illegible] হয় না। এই জন্য মিথেন অদীপ্ত শিখায় জ্বলে।

Q. 275. (a) Compare the properties of methane, ethylene and acetylene. (b) How are they separated from their mixture ?

[(a) মিথেন, ইথিলীন ও অ্যাসিটিলীনের ধর্মের তুলনা কর। (b) উহাদের মিশ্রণ হইতে প্রত্যেকটি গ্যাস কিরূপে পৃথক করা যায় ?]

মিথেন	ইথিলীন	অ্যাসিটিলীন
(i) বর্ণহীন, গন্ধহীন গ্যাস, জলে অতি সামান্য দ্রাব্য।	(i) বর্ণহীন, মিষ্টি গন্ধযুক্ত গ্যাস, জলে খুবই কম দ্রাব্য।	(i) বর্ণহীন, মিষ্টি গন্ধযুক্ত গ্যাস, নিজ আয়তনের জলে দ্রাব্য।
(ii) দাহ্য; অক্সিজেনে উজ্জ্বল শিখা সহ জ্বলিয়া CO_2 ও জল উৎপন্ন করে। $CH_4 + 2O_2 = CO_2 + 2H_2O$.	(ii) দাহ্য; অক্সিজেনে উজ্জ্বল শিখা সহ জ্বলিয়া CO_2 ও জল উৎপন্ন করে। $C_2H_4 + 3O_2 = 2CO_2 + 2H_2O$	(ii) দাহ্য; উজ্জ্বল ও ধোঁয়াযুক্ত শিখা সহ জ্বলিয়া CO_2 ও জল উৎপন্ন করে। $2C_2H_2 + 5O_2 = 4CO_2 + 2H_2O$
(iii) ক্লোরিনের সহিত উত্তপ্ত করিলে বিস্ফোরণ ঘটে এবং HCl ও কার্বন উৎপন্ন হয়। $CH_4 + 2Cl_2 = C + 4HCl$.	(iii) ক্লোরিনের সহিত উত্তপ্ত করিলে বিস্ফোরণ ঘটে এবং HCl ও কার্বন উৎপন্ন হয়। $C_2H_4 + 2Cl_2 = 2C + 4HCl$.	(iii) ক্লোরিনের সহিত মিশ্রিত করিলে বিস্ফোরণ ঘটে এবং HCl ও কার্বন উৎপন্ন হয়। $C_2H_2 + Cl_2 = 2C + 2HCl$.
(iv) মিথেন সংপৃক্ত হাইড্রোকার্বন। ইহার রাসায়নিক সক্রিয়তা কম এবং ইহা স্থায়ী ধরনের যৌগ।	(iv) অসংপৃক্ত হাইড্রো-কার্বন। কার্বন পরমাণু দ্বি-বন্ধের দ্বারা যুক্ত। ইহার রাসায়নিক সক্রিয়তা বেশী এবং ইহা অস্থায়ী ধরনের যৌগ।	(iv) অসংপৃক্ত হাইড্রো-কার্বন। কার্বন-পরমাণু ত্রি-বন্ধের দ্বারা যুক্ত। ইহার রাসায়নিক সক্রিয়তা আরও বেশী এবং ইহা অস্থায়ী ধরনের যৌগ।
[এখানে মিথেনের গঠন-মূলক সংকেত লিখিবে।]	[গঠনমূলক সংকেত লিখিবে।]	[গঠনমূলক সংকেত লিখিবে।]
(v) বিক্ষিপ্ত সূর্যালোকে ক্লোরিন ও ব্রোমিনের সহিত প্রতিস্থাপিত যৌগ উৎপন্ন করে। H_2, HBr, H_2SO_4-এর সহিত কোন ক্রিয়া নাই।	(v) Cl_2, Br_2, H_2, HBr, H_2SO_4-এর সহিত যুত-যৌগ উৎপন্ন করে।	(v) Br_2, H_2, HBr ইত্যাদির সহিত যুত-যৌগ উৎপন্ন করে।
(vi) ক্ষারীয় $KMnO_4$ দ্রবণ ও ব্রোমিন-জল বর্ণহীন করে না।	(vi) ইহা ক্ষারীয় $KMnO_4$ দ্রবণ ও ব্রোমিন-জল বর্ণহীন করে।	(vi) ইহা ক্ষারীয় $KMnO_4$ দ্রবণ ও ব্রোমিন জল বর্ণহীন করে।
(vii) ওজোনের সহিত ওজোনাইড উৎপন্ন হয় না।	(vii) ওজোনের সহিত ওজোনাইড গঠন করে।	(vii) ওজোনের সহিত ওজোনাইড গঠন করে।
(viii) অ্যামোনিয়াযুক্ত Cu_2Cl_2-এর সহিত কোন ক্রিয়া নাই।	(viii) অ্যামোনিয়াযুক্ত Cu_2Cl_2-এর সহিত কোন ক্রিয়া নাই।	(viii) অ্যামোনিয়াযুক্ত Cu_2Cl_2-এর সহিত লাল কিউপ্রাস অ্যাসিটিলাইড উৎপন্ন করে। $Cu_2Cl_2 + C_2H_2 = Cu_2C_2 + 2HCl$।

[দ্রষ্টব্য : (v), (vi), (vii), (viii)-এর প্রয়োজনীয় সমীকরণগুলি "মিথেন, ইথিলীন, অ্যাসিটিলীনের ধর্মগুলি" হইতে লিখিবে। 272(b), 273(b) এবং 274(b) নং প্রশ্নোত্তর দেখ।]

(b) মিথেন, ইথিলীন ও অ্যাসিটিলীনের গ্যাস-মিশ্রণ অ্যামোনিয়াযুক্ত কিউপ্রাস ক্লোরাইডের মধ্য দিয়া প্রবাহিত করিলে অ্যাসিটিলীন শোষিত হইয়া কিউপ্রাস অ্যাসিটিলাইডের লাল অধঃক্ষেপ উৎপাদন করে। লাল অধঃক্ষেপ পৃথক করিয়া গাঢ় HCl দ্বারা উত্তপ্ত করিলে অ্যাসিটিলীন গ্যাস নির্গত হয় এবং উহা জলের উপর সংগ্রহ করা হয়। $C_2H_2 + Cu_2Cl_2 = Cu_2C_2 + 2HCl$; $Cu_2C_2 + 2HCl = Cu_2Cl_2 + C_2H_2$। অবশিষ্ট গ্যাস-মিশ্রণ ধূমায়মান সালফিউরিক অ্যাসিডের মধ্য দিয়া প্রবাহিত করিলে ইথিলীন ইথাইল হাইড্রোজেন সালফেটে পরিণত হইয়া শোষিত হয়। তরল ইথাইল হাইড্রোজেন সালফেটকে উত্তপ্ত করিলে ইথিলীন নির্গত হয় এবং ইহা জলের উপর সংগ্রহ করা হয়। $CH_2 = CH_2 + H_2SO_4 - CH_3CH_2.HSO_4$; $CH_3CH_2HSO_4 \rightarrow CH_2 = CH_2 + H_2SO_4$। অবশিষ্ট গ্যাস মিথেন এবং ইহা জলের উপর সংগ্রহ করা হয়।

276. Write short notes on :—

(1) Saturated and unsaturated compounds, (H. S. 1963)

(2) Substitution reaction and substituted product.
[H. S. 1969, '71 (Comp.)]

(3) Addition reaction and addition product.
[H. S. 1969, '71 (Comp.)]

(4) Homologous series.
[H. S. 1963, '65 (Comp.), '67 (Comp.), '71 (Comp.)]

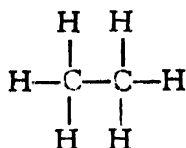
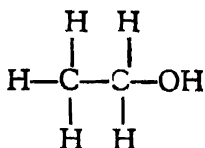
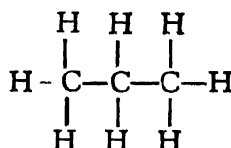
(5) Functional group.

(6) Structural formula.

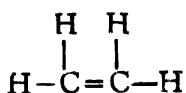
[সংক্ষিপ্ত টীকা লিখ - (1) সংপৃক্ত ও অসংপৃক্ত যৌগ, (2) প্রতিস্থাপন ক্রিয়া ও প্রতিস্থাপিত যৌগ, (3) যুত-ক্রিয়া ও যুত-যৌগ, (4) সমগোত্রীয় শ্রেণী, (5) কার্যকারী-মূলক, (6) গঠনমূলক সংকেত।]

Ans. (1) যে সকল জৈব যৌগিক পদার্থের অণুতে কার্বন পরমাণুগুলি

পরস্পরের সহিত এক সম-যোজকের (single covalent bond) সাহায্যে যুক্ত থাকে তাহাদের সম্পৃক্ত যৌগ বলা হয়। যথা—ইথেন, ইথাইল অ্যালকোহল, প্রোপেন ইত্যাদি সংপৃক্ত যৌগ।

```
   H  H           H  H           H  H  H
   |  |           |  |           |  |  |
H—C—C—H        H—C—C—OH       H—C—C—C—H
   |  |           |  |           |  |  |
   H  H           H  H           H  H  H
```

ইথেন ইথাইল অ্যালকোহল প্রোপেন

সংপৃক্ত যৌগের বৈশিষ্ট্য এই যে, ইহারা খুব নিষ্ক্রিয় এবং প্রতিস্থাপন ক্রিয়ার ফলে প্রতিস্থাপিত যৌগ উৎপাদন করে। (মিথেনের ধর্ম হইতে উদাহরণ দাও।)

যে জৈব যৌগিক পদার্থের অণুতে অন্ততঃ একটি দ্বিবন্ধ (double bond) বা ত্রিবন্ধ (triple bond) থাকে তাহাকে অসংপৃক্ত যৌগ বলে। যথা, ইথিলীন, অ্যাসিটিলীন অসংপৃক্ত যৌগ।

```
   H  H
   |  |
H–C=C—H                H—C≡C—H
```

ইথিলীন—একটি দ্বিবন্ধ আছে। অ্যাসিটিলীন - একটি ত্রিবন্ধ আছে।

অসংপৃক্ত যৌগের বৈশিষ্ট্য এই যে, ইহারা খুব সক্রিয় এবং যুত-ক্রিয়ার ফলে যুত-যৌগ গঠন করে। (ইথিলীন ও অ্যাসিটিলীনের দুইটি যুত-ক্রিয় সমীকরণ সহ উল্লেখ কর।)

অসংপৃক্ত যৌগের অস্তিত্বের পরীক্ষা—অসংপৃক্ত যৌগ বা উহার অ্যালকোহলের দ্রবণ (i) পটাসিয়াম পারম্যাংগানেট দ্রবণে মিশাইলে পারম্যাংগানেট দ্রবণ বর্ণহীন হয়, ব্রোমিন-জলে মিশাইলে ব্রোমিন-জল বর্ণহীন হয় (সমীকরণের জন্য ইথিলীনের ধর্ম দেখ)।

(2) **প্রতিস্থাপন-ক্রিয়া ও প্রতিস্থাপিত যৌগ**—যে বিক্রিয়ায় কোন যৌগের মধ্যস্থিত পরমাণু অপর কোন পরমাণু দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয় তাহাকে প্রতিস্থাপন ক্রিয়া এবং উৎপন্ন পদার্থকে প্রতিস্থাপিত যৌগ বলে। ইহা সাধারণতঃ সংপৃক্ত যৌগের ক্ষেত্রে হয়। (272 নং প্রশ্নোত্তরের ক্লোরিন ও মিথেনের মিশ্রিত সূর্যালোকে ক্রিয়া সমীকরণ সহ উল্লেখ কর।)

(3) যুত বিক্রিয়া ও যুত-যৌগ – দ্বি-বন্ধ ও ত্রি-বন্ধযুক্ত অসংপৃক্ত যৌগগুলি অস্থায়ী প্রকৃতির হয়। অনুকূল অবস্থায় বিভিন্ন পরমাণু বা মূলক কার্বন পরমাণুর মধ্যস্থিত দ্বি-বন্ধে বা ত্রি-বন্ধে যুক্ত হইয়া শেষ পর্যন্ত সংপৃক্ত যৌগ গঠন করে। এই জাতীয় বিক্রিয়াকে যুত-বিক্রিয়া এবং পদার্থগুলিকে যুত-যৌগ বলা হয়। (উদাহরণের জন্য ইথিলীন ও অ্যাসিটিলীনের সহিত Cl_2, Br_2, H_2 ইত্যাদির বিক্রিয়া সমীকরণ সহ উল্লেখ কর। 273 (b) এবং 274 (b) নং প্রশ্নোত্তর দেখ।)

(4) সমগোত্রীয় শ্রেণী—জৈব পদার্থগুলিকে উহাদের গঠন ও ধর্মানুযায়ী নানা শ্রেণীতে বিভক্ত করা হইয়াছে। যথা হাইড্রোকার্বন-শ্রেণী অ্যালকোহল-শ্রেণী, অ্যালডিহাইড ও কিটোন-শ্রেণী ও অ্যাসিড-শ্রেণী ইত্যাদি। একই শ্রেণীর যৌগগুলিকে উহাদের ক্রমবর্ধমান আণবিক ওজন অনুসারে সাজাইলে দেখা যায় যে কোন একটি যৌগ এবং উহার পূর্ববর্তী বা পরবর্তী যৌগের মধ্যে সর্বদাই একটি—CH_2 মূলকের ব্যবধান আছে। এইরূপ—CH_2 মূলক পার্থক্যবিশিষ্ট সমধর্মা যৌগগুলির এক একটি শ্রেণীকে সমগোত্রীয় শ্রেণী বলে এবং যৌগগুলিকে পরস্পরের সমগোত্রীয় বলা হয়। যথা,

হাইড্রোকার্বন-শ্রেণী	অ্যালকোহল-শ্রেণী	অ্যাসিড শ্রেণী
CH_4	CH_3OH	$HCOOH$
$CH_3.CH_3$	CH_3CH_2OH	CH_3COOH
$CH_3CH_2.CH_3$	$CH_3CH_2.CH_2OH$	CH_3CH_2COOH
$CH_3CH_2CH_2.CH_3$	$CH_3CH_2CH(OH)CH_3$	$CH_3CH_2CH_2COOH$

একই ফাংশনাল গ্রুপ থাকার জন্য সমগোত্রীয় শ্রেণীর যৌগগুলির মূলতঃ রাসায়নিক ধর্ম একই, ভৌত ধর্মে কিছুটা পার্থক্য থাকে।

(5) কার্যকারী-মূলক বা ফাংশনাল গ্রুপ – জৈব যৌগিক পদার্থের মূল ধর্ম উহার অণুর মধ্যস্থিত মূলক বা গ্রুপের উপর নির্ভর করে। এই গ্রুপকে ফাংশনাল গ্রুপ বলা হয়। একই ফাংশনাল গ্রুপবিশিষ্ট যৌগগুলির মূল রাসায়নিক ধর্ম একই প্রকারের, বিভিন্ন ফাংশনাল গ্রুপবিশিষ্ট যৌগগুলির ধর্ম বিভিন্ন।

সমস্ত অ্যালকোহলগুলির মধ্যে—OH গ্রুপ বর্তমান আছে। এইজন্য উহাদের

রাসায়নিক ধর্মগুলি এক রকম। সোডিয়ামের সহিত বিক্রিয়ায় হাইড্রোজেন, PCl_5-এর সহিত বিক্রিয়ায় HCl, অ্যাসিডের সহিত এস্‌টার উৎপাদন এবং জারিত হইয়া অ্যালডিহাইড বা কিটোনে পরিণতি—অ্যালকোহলের এই মূল ধর্মগুলি উহাদের মধ্যস্থিত ফাংশনাল গ্রুপ, অর্থাৎ অ্যালকোহলিক OH গ্রুপেরই বিক্রিয়া। সেইরূপ সমস্ত অ্যালডিহাইডে –CHO গ্রুপ, সমস্ত কার্বক্সিলিক অ্যাসিডে—COOH গ্রুপ ফাংশনাল গ্রুপরূপে রহিয়াছে। এইজন্য সমস্ত অ্যালডিহাইডের মূল ধর্ম এক প্রকার এবং সমস্ত কার্বক্সিলিক অ্যাসিডের মূল ধর্ম একপ্রকার। কিন্তু এই তিনটি বিভিন্ন ফাংশনাল গ্রুপবিশিষ্ট যৌগগুলি তিনটি বিভিন্ন ধর্মবিশিষ্ট শ্রেণী গঠন করে। সুতরাং ফাংশনাল গ্রুপই বিভিন্ন সমগোত্রীয় শ্রেণীর উৎপত্তির কারণ। একটি যৌগিকে একের বেশী একই বা বিভিন্ন ফাংশনাল গ্রুপ থাকিতে পারে। যথা, টারটারিক অ্যাসিডে দুইটি —OH গ্রুপ এবং দুইটি—COOH গ্রুপ আছে।

(৬) গঠন-মূলক সংকেত যে সংকেত দ্বারা পদার্থের অণুর মধ্যে পরমাণুগুলির বিন্যাস প্রকাশিত হয় তাহাকে গঠনমূলক সংকেত বলে। [ইহার পর মিথেন, ইথেন, মিথাইল বা ইথাইল অ্যালকোহল, ফরম্যালডিহাইড, অ্যাসেটিক অ্যাসিড ইত্যাদি কয়েকটি যৌগের গঠনমূলক সংকেত দাও।]

Q. 277. What are halogen derivatives of hydrocarbons? Give examples.

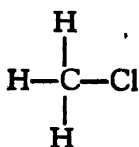
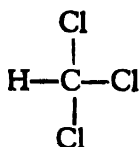
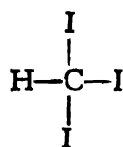
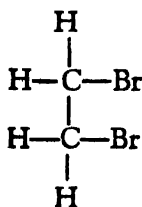
[হ্যালোজেন প্রতিস্থাপিত হাইড্রোকার্বন কাহাকে বলে? কয়েকটি উদাহরণ দাও।] [cf. H. S. 1964 (Comp.)]

Ans. সংপৃক্ত হাইড্রোকার্বনের হাইড্রোজেন পরমাণু হ্যালোজেন দ্বারা প্রতিস্থাপিত হইলে যে সকল যৌগ পাওয়া যায় তাহাদের হ্যালোজেন প্রতিস্থাপিত হাইড্রোকার্বন বলে। নিম্নে কয়েকটি উদাহরণ দেওয়া হইল :

মিথেনের (CH_4) একটি H পরমাণু একটি Cl পরমাণু দ্বারা প্রতিস্থাপিত হইলে মিথাইল ক্লোরাইড, তিনটি H পরমাণু তিনটি ক্লোরিন পরমাণু দ্বারা প্রতিস্থাপিত হইলে ক্লোরোফর্ম, $CHCl_3$ পাওয়া যায় এবং তিনটি আয়োডিন পরমাণু দ্বারা প্রতিস্থাপিত হইলে আয়োডোফর্ম CHI_3 পাওয়া যায়। CH_4-এর চারিটি H পরমাণু Cl পরমাণু দ্বারা প্রতিস্থাপিত হইলে কার্বন টেট্রাক্লোরাইড পাওয়া যায়।

$$\begin{array}{ccc} H & Cl & I \\ | & | & | \\ H—C—Cl & H—C—Cl & H—C—I \\ | & | & | \\ H & Cl & I \end{array}$$

মিথাইল ক্লোরাইড ক্লোরোফর্ম আয়োডোফর্ম

$$\begin{array}{c} H \\ | \\ H—C—Br \\ | \\ H—C—Br \\ | \\ H \end{array}$$

ইথিলীন ডাই-ব্রোমাইড [ইথেনের (CH_3 CH_3) দুইটি H পরমাণু দুইটি Br দ্বারা প্রতিস্থাপিত।]

ক্লোরোফর্ম [H. S. 1963 (Comp.)]—ইহা সুমিষ্ট গন্ধযুক্ত বর্ণহীন তরল। ইহা উদ্বায়ী ও জল অপেক্ষা ভারী। জলে প্রায় অদ্রাব্য কিন্তু অ্যালকোহল ও ইথারে দ্রাব্য। তৈল ও চর্বি ইহাতে দ্রবীভূত হয়। বায়ু ও জলের সংস্পর্শে ইহা বিষাক্ত কার্বনিল ক্লোরাইড ও হাইড্রোজেন ক্লোরাইডে পরিণত হয়। ইথাইল অ্যালকোহল বা অ্যাসিটোন ও ব্লিচিং পাউডারের মিশ্রণ উত্তপ্ত করিয়া ইহা প্রস্তুত করা হয়। বিশুদ্ধ ক্লোরোফর্ম চেতনানাশকরূপে এবং তৈল ও চর্বির দ্রাবকরূপে ব্যবহৃত হয়।

আয়োডোফর্ম [H.S. 1963 (Comp.)] - ইহা হাল্কা হলুদ বর্ণের স্ফটিকাকার পদার্থ, ইহার তীব্র গন্ধ আছে। ইথাইল অ্যালকোহল, আয়োডিন ও কষ্টিক সোডার বিক্রিয়ায় ইহা প্রস্তুত করা হয়। ইহা বীজবারক হিসাবে ব্যবহৃত হয়।

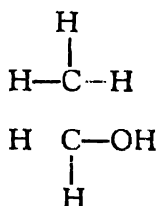
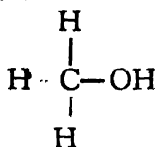
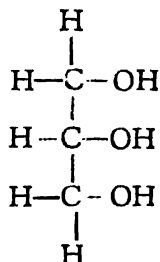
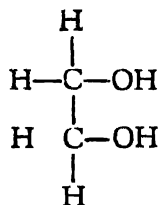
কার্বন টেট্রা-ক্লোরাইড—ইহা বর্ণহীন সুমিষ্ট গন্ধযুক্ত ভারী তরল পদার্থ। ইহা অ্যালকোহলে দ্রাব্য। রবার, চর্বি ইত্যাদি ইহাতে দ্রবীভূত হয়। কার্বন ডাই-সালফাইড ও ক্লোরিনের বিক্রিয়ায় (40°-50°C ; আয়রন চূর্ণের উপস্থিতিতে) ইহা প্রস্তুত করা হয়। তৈল ও চর্বির দ্রাবকরূপে, ফ্রেয়ন প্রস্তুতিতে, শুষ্ক পদ্ধতিতে বস্ত্রাদি ধৌত করিবার জন্য ইহা ব্যবহৃত হয়।

ইথিলীন ডাই-ব্রোমাইড—ইহা একটি তরল পদার্থ, স্ফুটনাঙ্ক 132°C। ইথিলীন ও ব্রোমিন হইতে ইহা প্রস্তুত করা হয়। মোটর গাড়ির ইঞ্জিন রক্ষা করিবার জন্য ইহা ব্যবহৃত হয়।

Q. 278. What are alcohols ? How are they classified ? Give examples. What is glycerol ?

[অ্যালকোহল কি ? উহাদের শ্রেণীবিভাগ কিরূপে করা হয় ? উদাহরণ দাও। গ্লিসারল কি ?]

Ans. অ্যালকোহল—হাইড্রোকার্বনের এক বা একাধিক হাইড্রোজেন পরমাণুর পরিবর্তে হাইড্রক্সিল মূলক (OH) থাকিলে যে সকল যৌগ পাওয়া যায় তাহাদিগকে অ্যালকোহল বলে। নিম্নে কয়েকটি অ্যালকোহলের গঠনমূলক সংকেত ও নাম দেওয়া হইল।

গঠনমূলক সংকেত :

মিথাইল অ্যালকোহল বা মিথানল ইথাইল অ্যালকোহল বা ইথানল।

ইথিলীন গ্লাইকল বা, ইথেন 1, 2 ডাই-অল্ ; গ্লিসারল বা, প্রোপেন 1, 2, 3 ট্রাই-অল্।

শ্রেণীবিভাগ—অ্যালকোহলে একটি —OH মূলক থাকিলে তাহাকে মনোহাইড্রিক অ্যালকোহল, দুইটি —OH মূলক থাকিলে তাহাকে ডাই-হাইড্রিক অ্যালকোহল এবং তিনটি—OH মূলক থাকিলে তাহাকে ট্রাই-হাইড্রিক অ্যালকোহল বলে। সাধারণভাবে একাধিক —OH মূলক-বিশিষ্ট অ্যালকোহলকে পলি-হাইড্রিক অ্যালকোহল বলে। উপরের উদাহরণে CH_3 OH,CH_3CH_2OHমনোহাইড্রিক এবং $CH_2OH.CH_2$ OH (গ্লাইকল) ডাই-হাইড্রিক এবং গ্লিসারল ট্রাই-হাইড্রিক অ্যালকোহল।

প্রাইমারী, সেকেণ্ডারী ও টারসিয়ারী অ্যালকোহল—অ্যালকোহলে $-OH$ মূলক-বাহী কার্বন পরমাণুর সহিত কমপক্ষে দু'টি হাইড্রোজেন পরমাণু যুক্ত থাকিলে তাহাকে প্রাইমারী অ্যালকোহল বলে। অর্থাৎ প্রাইমারী অ্যালকোহলে $-CH_2.OH$ মূলক থাকে। যথা, CH_3CH_2OH একটি প্রাইমারী অ্যালকোহল। ঐ কার্বন পরমাণুতে একটি হাইড্রোজেন পরমাণু যুক্ত থাকিলে তাহাকে সেকেণ্ডারী অ্যালকোহল বলে। অর্থাৎ, সেকেণ্ডারী অ্যালকোহলে $=CHOH$ মূলক থাকে। যথা, $CH_3.CHOH.CH_3$, আইসো-প্রোপাইল অ্যালকোহল। ঐ কার্বন পরমাণুতে কোন হাইড্রোজেন পরমাণু না থাকিলে তাহাকে টারসিয়ারী অ্যালকোহল বলে। অর্থাৎ টারসিয়ারী অ্যালকোহল $\equiv C.OH$ মূলক থাকে। যথা, $(CH_3)_3C-OH$, টারসিয়ারী বিউটাইল অ্যালকোহল।

গ্লিসারল—ইহা একটি মিষ্টি স্বাদযুক্ত ভারী তরল পদার্থ। ইহা ট্রাই-হাইড্রিক অ্যালকোহল। ইহাতে দুইটি প্রাইমারী অ্যালকোহলিক $-OH$ এবং একটি সেকেণ্ডারী অ্যালকোহলিক $-OH$ আছে। (গঠনমূলক সংকেত লিখ—পৃঃ 663 দেখ।)

নাইট্রো-গ্লিসারিন নামক বিস্ফোরক পদার্থ, ঔষধ এবং প্রসাধন দ্রব্য প্রস্তুতিতে ইহা ব্যবহৃত হয়। সাবান প্রস্তুতিতে উপজাত হিসাবে spent-lye পাওয়া যায়—ইহা হইতে গ্লিসারল শিল্পের জন্য তৈয়ারী হয়।

Q. 279. How are (i) methyl alcohol [H. S. 1960, '61, '62, '68, '69 (Comp.), **and (ii) acetone** [H. S. 1962, '64 (Comp.) '65, '68, '70 (Comp.)] **prepared from wood distillation products or from pyroligneous acid ? State the uses of methyl alcohol and acetone.**

[কাঠের অন্তর্ধূম-পাতনের ফলে উৎপন্ন পদার্থ হইতে (i) মিথাইল অ্যালকোহল (ii) অ্যাসিটোন কিরূপে প্রস্তুত করা হয়? মিথাইল অ্যালকোহল ও অ্যাসিটোনের ব্যবহার কি?]

Ans. কাঠের অন্তর্ধূম পাতনের ফলে অন্যান্য পদার্থের সহিত আলকাতরা (wood tar) ও উহার উপর একটি জলীয় স্তর পাওয়া যায়। এই জলীয় স্তরকে পাইরোলিগ্-নিয়াস অ্যাসিড (pyroligneous acid) বলে। ইহাতে 2 – 4% মিথাইল অ্যালকোহল, 0·1 – 0·5% অ্যাসিটোন এবং 10% অ্যাসিটিক অ্যাসিড থাকে। আলকাতরার উপর

হইতে জলীয় অংশ পৃথক করিয়া একটি তামার পাত্রে উহাকে ফুটানো হয়। মিথাইল অ্যালকোহল, অ্যাসিটোন, অ্যাসিটিক অ্যাসিড বাষ্পাকারে বাহির হইয়া আসে। এই বাষ্পকে উত্তপ্ত চুন-গোলার মধ্য দিয়া প্রবাহিত করাইলে অ্যাসিটিক অ্যাসিড চুনের সহিত বিক্রিয়া করিয়া ক্যালসিয়াম অ্যাসিটেটে পরিণত হয় এবং উদ্বায়ী অ্যাসিটোন ও মিথাইল অ্যালকোহল বাষ্পরূপে বাহির হইয়া আসে।

মিশ্রিত বাষ্প শীতল করিলে অ্যাসিটোন ও মিথাইল অ্যালকোহলের মিশ্রণ তরলরূপে সঞ্চিত হয়। ইহার সহিত কিছুটা জল মিশ্রিত থাকে। মিশ্রণে চুন মিশাইয়া জল শোষিত করা হয়। অতঃপর আংশিক পাতন-নল ব্যবহার করিয়া আংশিক পাতনের সাহায্যে অ্যাসিটোন (স্ফুটনাঙ্ক 56.5°C) ও মিথাইল অ্যালকোহল (স্ফুটনাঙ্ক 64.7°C) পৃথক করা হয়। 56°—57°C তাপমাত্রার মধ্যে পাতিত দ্রব্যে অ্যাসিটোন এবং 64°—65°C তাপমাত্রার মধ্যে পাতিত দ্রব্যে মিথাইল অ্যালকোহল সঞ্চিত হয়।

মিথাইল অ্যালকোহলের বিশুদ্ধিকরণ—এইরূপে প্রস্তুত করা মিথাইল অ্যালকোহলে সামান্য অ্যাসিটোন মিশ্রিত থাকে। ইহার সহিত অনার্দ্র $CaCl_2$ মিশাইলে $CaCl_2, 4CH_3OH$-এর স্ফটিক পৃথক হয় এবং অ্যাসিটোন অপরিবর্তিত থাকে। স্ফটিকগুলি পৃথক করিয়া এবং অ্যাসিটোন হইতে মুক্ত করিয়া পাতিত করিলে মিথাইল অ্যালকোহল পাতিত দ্রব্যরূপে সঞ্চিত হয়। অতঃপর ইহাকে পুনঃ পাতন করিয়া 64.7°C-এ যে পাতিত দ্রব্য পাওয়া যায় তাহা বিশুদ্ধ মিথাইল অ্যালকোহল।

অ্যাসিটোনের বিশুদ্ধিকরণ—আংশিক পাতনের ফলে 56°—57° সেন্টিগ্রেডের মধ্যে সংগৃহীত অ্যাসিটোনের সহিত অনার্দ্র $CaCl_2$ মিশ্রিত করিয়া পাতিত করা হয়। 56.5° সেন্টিগ্রেডে যে পাতিত দ্রব্য পাওয়া যায় তাহা বিশুদ্ধ অ্যাসিটোন।

মিথাইল অ্যালকোহলের ব্যবহার—নানাপ্রকার রং ও সুগন্ধি তৈয়ারী করিবার জন্য, বার্নিশ ও পালিশের কাজে, পেট্রোলের সহিত মিশাইয়া মোটরের জ্বালানি হিসাবে, সেলাক ও রেজিনের দ্রাবকরূপে মিথাইল অ্যালকোহল ব্যবহৃত হয়।

অ্যাসিটোনের ব্যবহার—ক্লোরোফর্ম, আয়োডোফর্ম প্রস্তুত করিতে, সেলুলয়েড ও প্লাস্টিক শিল্পে, দ্রাবক হিসাবে অ্যাসিটোন ব্যবহৃত হয়।

Q. 280. (a) How is ethyl alcohol prepared from glucose ?
[H. S. 1960 ; 1962 (Comp) ; '64 ; '66 ; '68 (Comp.) '70]

(b) What is methylated spirit ?
[H. S. 1960 ; '64 ; '66 ; '70 (Comp.)]

(c) What are the uses of ethyl alcohol ?
[H. S. 1971 (Comp.)]

[(a) গ্লুকোজ হইতে ইথাইল অ্যালকোহল কিরূপে প্রস্তুত করা হয় ? (b) মেথিলেটেড স্পিরিট কি ? (c) ইথাইল অ্যালকোহলের ব্যবহার কি ?]

Ans. (a) ঈস্ট নামক একশ্রেণীর এক-কোষী ও নিম্নস্তরের উদ্ভিদের সাহায্যে গ্লুকোজ জলীয় দ্রবণের সন্ধান (fermentation) দ্বারা ইথাইল অ্যালকোহল ও কার্বন ডাই-অক্সাইড উৎপন্ন হয়। ঈস্টের দেহকোষে জাইমেস্ (zymase) নামক একপ্রকার জীবনহীন জটিল রাসায়নিক পদার্থ থাকে। ইহাকে এনজাইম্ (enzyme) বলে। ইহা অনুঘটকের কাজ করিয়া গ্লুকোজ অণুকে ইথাইল অ্যালকোহল ও কার্বন ডাই-অক্সাইড অণুতে পরিণত করে। $C_6H_{12}O_6 = 2CH_3CH_2OH + 2CO_2$ ।

সাধারণ অবস্থায় গ্লুকোজের লঘু দ্রবণে ঈস্ট মিশান হয়। ইহার ফলে সন্ধান আরম্ভ হয় (এবং কিছুক্ষণের মধ্যেই দ্রবণ ফেনায়িত হইয়া উঠে। CO_2 গ্যাস বুদ্বুদাকারে দ্রবণ হইতে বাহির হইবার ফলে মনে হয় দ্রবণ যেন ফুটিতেছে, যদিও ইহার তাপমাত্রার কোনরূপ পরিবর্তন হয় না। মাঝে মাঝে দ্রবণের মধ্যে বায়ু পরিচালিত করিয়া ঈস্টকে সজীব ও সক্রিয় রাখা হয়। দুই তিন দিন পরে দ্রবণে যখন অ্যালকোহলের পরিমাণ শতকরা প্রায় 15 ভাগ হয়, তখন ঈস্টগুলি নির্জীব ও নিষ্ক্রিয় হইয়া পড়ে। ফলে সন্ধান বন্ধ হইয়া যায়। এইরূপে অ্যালকোহলের যে লঘু দ্রবণ পাওয়া যায় তাহাকে সন্ধিত দ্রবণ (fermented liquor or wash) বলা হয়। এই সন্ধিত দ্রবণকে আংশিক পাতন-নলের সাহায্যে পুনঃ পুনঃ আংশিক পাতন করিয়া 95·5% অ্যালকোহলে পরিণত করা হয়। ইহাকে rectified spirit বলে। Rectified spirit-এর মধ্যে চুন ভিজাইয়া রাখিয়া উহার জল শোষিত করিয়া পাতিত করিলে 99·5% ইথাইল অ্যালকোহল পাওয়া যায়। অতঃপর ইহাকে ধাতব ক্যালসিয়ামের উপর পাতিত করিলে নির্জল অ্যালকোহল বা absolute alcohol পাওয়া যায়

(b) মেথিলেটেড স্পিরিট—Rectified spirit-এর সহিত পাইরোলিগ্‌নিয়াস অ্যাসিড হইতে উৎপন্ন স্পিরিট (wood spirit), সামান্ত পিরিডিন ও স্থাপ্‌থা মিশাইয়া উহাকে বিষাক্ত ও বিস্বাদযুক্ত করা হয়। Rectified spirit পানের অযোগ্য হইয়া পড়ে। এই মিশ্রণকে মেথিলেটেড স্পিরিট বলে। ইহা জ্বালানিরূপে, বার্নিশ ও রঞ্জক ইত্যাদি দ্রব্য প্রস্তুতিতে ব্যবহৃত হয়।

(c) ইথাইল অ্যালকোহলের ব্যবহার—অ্যাসিটিক অ্যাসিড, ইথার, ক্লোরোফর্ম, আয়োডোফর্ম ও মেথিলেটেড স্পিরিট তৈয়ারির জন্য, রঞ্জন শিল্পে ও রেয়ন শিল্পে, বীজবারক হিসাবে, সুগন্ধযুক্ত বিভিন্ন ইথাইল এস্‌টার প্রস্তুতিতে, বিয়ার, হুইস্কি ইত্যাদি পানীয়রূপে, গাম ও রেজিনের দ্রাবকরূপে, "টিনচার" তৈয়ারি করিতে ও পেট্রোলের সহিত মিশ্রিত করিয়া মোটরের জ্বালানিরূপে ইথাইল অ্যালকোহল ব্যবহৃত হয়।

Q. 281. (a) State the characteristic reactions of an alcoholic hydroxyl group. Give equations in case of a typical compound of this group. [H. S. 1962]

[(a) অ্যালকোহলিক হাইড্রক্সিল মূলকের বিক্রিয়াগুলি বিবৃত কর। এই শ্রেণীর একটি যৌগের বিক্রিয়া দ্বারা উদাহরণ দাও।]

Or,

Describe the reactions of ethyl alcohol with reference to the action of sodium, phosphorus penta-chloride, hydrochloric acid, sulphuric acid, organic acids (formic and acetic acids) and oxiding agents. [H. S. 1968 (Comp.), '71 (Comp.)]

[সোডিয়াম, ফসফরাস পেন্টাক্লোরাইড, হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড, সালফিউরিক অ্যাসিড, জৈব অ্যাসিড (ফরমিক ও অ্যাসেটিক অ্যাসিড) এবং জারক দ্রব্যের সহিত ইথাইল অ্যালকোহলের বিক্রিয়া বর্ণনা কর।]

(b) Write down the structural formula of ethyl alcohol. How would you prove that ethyl alcohol contains one—OH group ?
[H. S. 1964, '67 (Comp.), '72]

[(b) ইথাইল অ্যালকোহলের গঠনমূলক সংকেত লিখ। কিরূপে প্রমাণ করিবে যে ইথাইল অ্যালকোহলে একটি - OH মূলক আছে ?]

Ans. ইথাইল অ্যালকোহলের বিক্রিয়া—

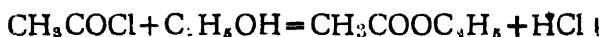
(1) পরা-তড়িৎবাহী Na ধাতু অ্যালকোহলের মধ্যস্থিত $-OH$ মূলক হইতে হাইড্রোজেন গ্যাস নির্গত করে এবং সোডিয়াম ইথক্সাইড উৎপন্ন হয়।

$$2C_2H_5OH + 2Na = 2C_2H_5ONa + H_2$$

2. (a) ফসফরাস পেণ্টাক্লোরাইড অ্যালকোহলের $-OH$ মূলককে ক্লোরিন দ্বারা প্রতিস্থাপিত করে এবং অ্যালকোহলের প্রতিটি $-OH$ মূলকের জন্য একটি করিয়া হাইড্রোজেন ক্লোরাইডের অণু উৎপন্ন হয়। ইথাইল অ্যালকোহল ও PCl_5-এর বিক্রিয়ায় ইথাইল ক্লোরাইড এবং এক অণু হাইড্রোজেন ক্লোরাইড উৎপন্ন হয়।

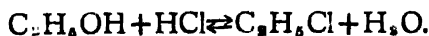
$$C_2H_5OH + PCl_5 = C_2H_5Cl + POCl_3 + HCl \text{।}$$

2. (b) অ্যাসিটাইল ক্লোরাইডের সহিত ইহা মনো-অ্যাসিটাইল যৌগ (ইথাইল অ্যাসিটেট) গঠিত করে।

$$CH_3COCl + C_2H_5OH = CH_3COOC_2H_5 + HCl \text{।}$$

PCl_5-এর বিক্রিয়া দ্বারা এক অণু হাইড্রোজেন ক্লোরাইড উৎপাদন এবং অ্যাসিটাইল ক্লোরাইডের সহিত বিক্রিয়ায় মনো-অ্যাসিটাইল যৌগ গঠন—এই দুইটি হইতে প্রমাণিত হয় যে ইথাইল অ্যালকোহলের অণুতে একটি—OH মূলক আছে।

(3) অজৈব বা জৈব অ্যাসিডের সহিত ইথাইল অ্যালকোহল এস্টার এবং জল উৎপন্ন করে।

(i) নিরুদকের (যথা, অনার্দ্র $ZnCl_2$) উপস্থিতিতে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাসের সহিত ইথাইল অ্যালকোহল ইথাইল ক্লোরাইড ও জল উৎপন্ন করে।

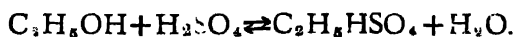
$$C_2H_5OH + HCl \rightleftharpoons C_2H_5Cl + H_2O.$$

(ii) গাঢ় H_2SO_4-এর উপস্থিতিতে ইথাইল অ্যালকোহল ও অ্যাসিটিক অ্যাসিড ক্রিয়া করিয়া ইথাইল অ্যাসিটেট নামক এস্টার এবং জল উৎপন্ন করে।

$$CH_3COOH + C_2H_5OH \rightleftharpoons CH_3COOC_2H_5 + H_2O.$$

ফরমিক অ্যাসিডের সহিত ঐ অবস্থায় ইথাইল ফরমেট উৎপন্ন হয়।

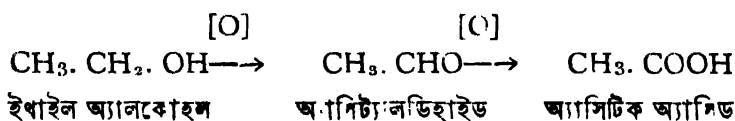
$$HCOOH + C_2H_5OH \rightleftharpoons HCOOC_2H_5 + H_2O.$$

(ii) প্রায় 100° সেন্টিগ্রেডে ইথাইল অ্যালকোহল ও গাঢ় H_2SO_4 ইথাইল হাইড্রোজেন সালফেট (এস্টার) ও জল উৎপন্ন করে।

$$C_2H_5OH + H_2SO_4 \rightleftharpoons C_2H_5HSO_4 + H_2O.$$

অতিরিক্ত গাঢ় H_2SO_4 থাকিলে আরও উষ্ণ তাপমাত্রায় (165°C) ইথিলীন (অসংপৃক্ত হাইড্রোকার্বন) উৎপন্ন হয় : $C_2H_5HSO_4 = C_2H_4 + H_2SO_4$ । অতিরিক্ত ইথাইল অ্যালকোহল থাকিলে ডাই-ইথ ইল ইথার উৎপন্ন হয়। $C_2H_5HSO_4 + C_2H_5OH = C_2H_5—O—C_2H_5 + H_2SO_4$ ।

(4) জারক দ্রব্যের সহিত (যথা, $K_2Cr_2O_7$ এবং H_2SO_4) বিক্রিয়ায় ইথাইল অ্যালকোহল প্রথমে অ্যাসিট্যালডিহাইড এবং পরে অ্যাসিটিক অ্যাসিডে পরিণত হয়। ইথাইল অ্যালকোহল প্রাইমারী অ্যালকোহল বলিয়া প্রথমে সমসংখ্যক কার্বনযুক্ত অ্যালডিহাইড এবং পরে সম-সংখ্যক কার্বনযুক্ত অ্যাসিডে পরিণত হয়।

$$CH_3.CH_2.OH \xrightarrow{[O]} CH_3.CHO \xrightarrow{[O]} CH_3.COOH$$

ইথাইল অ্যালকোহল অ্যাসিট্যালডিহাইড অ্যাসিটিক অ্যাসিড

(b) ইথাইল অ্যালকোহলের গঠনমূলক সংকেতের জন্য Q. 278 দেখ। শেষাংশ : এই প্রশ্নোত্তরে ইথাইল অ্যালকোহলের 2(a) এবং (b) নং বিক্রিয়া দেখ।

Q. 282. Describe the reactions of methyl alcohol with reference to the actions of Na, PCl_5, HCl, H_2SO_4, organic acids say, formic and acetic acids) and oxidising agents.

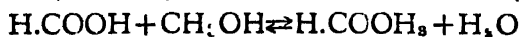
[H. S. 1961 ; '69, (Comp.)]

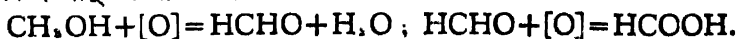
(b) Write down the structural formula of methyl alcohol. By what reactions would you prove that in a molecule of methyl alcohol there is one hydroxyl group ? Give equations.

[H. S. 1965 (Comp.]

[নিম্নলিখিত দ্রব্যের সহিত মিথাইল অ্যালকোহলের বিক্রিয়াগুলি বর্ণনা কর : Na, PCl_5, HCl, H_2SO_4 জৈব, অ্যাসিড (যথা ফরমিক ও অ্যাসিটিক অ্যাসিড) এবং জারক দ্রব্য। (b) কোন্ বিক্রিয়ার সাহায্যে প্রমাণ করিবে যে মিথাইল অ্যালকোহলের অণুতে একটি হাইড্রক্সিল মূলক আছে ?

Ans. (a) মিথাইল অ্যালকোহলের বিক্রিয়া—সোডিয়াম ও মিথাইল অ্যালকোহলের বিক্রিয়ায় সোডিয়াম মিথক্সাইড ও হাইড্রোজেন উৎপন্ন হয়। $2CH_3OH + 2Na = 2CH_3ONa + H_2$। (2) (a) PCl_5-এর সহিত বিক্রিয়ায় মিথাইল ক্লোরাইড এবং এক অণু হাইড্রোজেন ক্লোরাইড উৎপন্ন হয়। $CH_3OH + PCl_5 = CH_3Cl + POCl_3 + HCl$. (b) অ্যাসিটাইল ক্লোরাইডের সহিত মনো-অ্যাসিটাইল যৌগ গঠিত হয়। $CH_3COCl + CH_3OH = CH_3COOCH_3 + HCl$. (2) (a) এবং (b) বিক্রিয়া দুইটি দ্বারা প্রমাণিত হয় যে, মিথাইল অ্যালকোহলের অণুতে একটি —OH মূলক আছে। (3) অনার্দ্র $ZnCl_2$-এর উপস্থিতিতে মিথাইল অ্যালকোহল ও হাইড্রোজেন ক্লোরাইড বিক্রিয়া করিয়া মিথাইল ক্লোরাইড ও জল উৎপন্ন করে। $CH_3OH + HCl \rightleftharpoons CH_3Cl + H_2O$। (4) গাঢ় H_2SO_4-এর সহিত প্রথমে মিথাইল হাইড্রোজেন সালফেট (এস্টার) ও জল এবং পরে ডাই-মিথাইল সালফেট উৎপন্ন করে। $CH_3OH + H_2SO_4 \rightleftharpoons CH_3HSO_4 + H_2O$; $2CH_3HSO_4 = (CH_3)_2SO_4 + H_2SO_4$। (5) গাঢ় H_2SO_4-এর উপস্থিতিতে মিথাইল অ্যালকোহল অ্যাসিটিক অ্যাসিডের সহিত মিথাইল অ্যাসিটেট (এস্টার) ও জল উৎপন্ন করে। $CH_3COOH + CH_3OH \rightleftharpoons CH_3COOCH_3 + H_2O$। ফরমিক অ্যাসিডের সহিত ঐ অবস্থায় মিথাইল ফরমেট ও জল উৎপন্ন হয়।

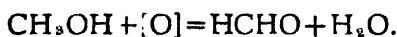
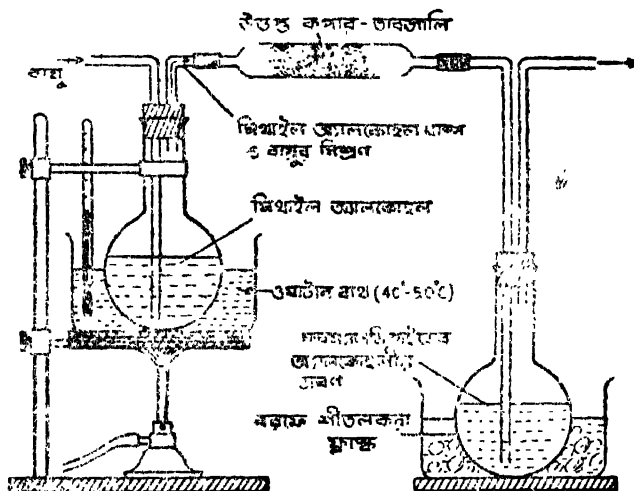
$$H.COOH + CH_3OH \rightleftharpoons H.COOH_3 + H_2O$$

(6) মিথাইল অ্যালকোহল জারক দ্রব্য (যথা, ডাইক্রোমেট ও সালফিউরিক অ্যাসিড) দ্বারা জারিত হইয়া প্রথমে ফরম্যালডিহাইড ও পরে ফরমিক অ্যাসিড উৎপন্ন করে। মিথাইল অ্যালকোহল প্রাইমারী অ্যালকোহল বলিয়া জারিত পদার্থে কার্বন পরমাণুর সংখ্যা অপরিবর্তিত থাকে।

$$CH_3OH + [O] = HCHO + H_2O \text{ ; } HCHO + [O] = HCOOH.$$

(b) গঠনমূলক সংকেতের জন্য Q. 278 দেখ। শেষাংশ: এই প্রশ্নোত্তরের মিথাইল অ্যালকোহলের 2 (a) এবং (b) নং বিক্রিয়া দেখ।

Q. 283. (a) How is formaldehyde prepared ? [H. S. 1960, '63, '65, '67 (Comp), '68, '71] **What is formalin ?** [H. S. 1960, '63, '70 (Comp.), '71] **(b) State the uses of formaldehyde, (c) What is bakelite ?** [H. S. 1963, '63 (Comp.), '67 (Comp.), '71]

[(a) ফরম্যালডিহাইড কিরূপে প্রস্তুত করা হয়? ফরম্যালিন কি? (d) ফরম্যালডিহাইডের ব্যবহার উল্লেখ কর। (c) ব্যাকেলাইট কি ?]

Ans. (a) উত্তপ্ত কপার বা প্লাটিনাইজ্‌ড অ্যাসবেস্টসের সংস্পর্শে মিথাইল অ্যালকোহলকে বায়ুর অক্সিজেন দ্বারা জারিত করিয়া ফরম্যালডিহাইড প্রস্তুত করা হয়।

$$CH_3OH + [O] = HCHO + H_2O.$$

সমকোণে বাঁকান দুইটি কাচ-নলযুক্ত একটি ফ্লাস্কে মিথাইল অ্যালকোহল লইয়া ফ্লাস্কটি ওয়াটার বাথ্‌-এ প্রায় 40°—50° সেণ্টিগ্রেডে রাখা হয়। কাচ-নল দুইটির একটি ফ্লাস্কের প্রায় তলা পর্যন্ত (ইহা অ্যালকোহলে ডুবানো থাকে) এবং অপরটি ফ্লাস্কের মুখের কর্কে নীচ পর্যন্ত পৌঁছানো থাকে। ছোট নলটির বাহিরের প্রান্ত একটি শক্ত কাচের তৈয়ারী মোটা নলের সহিত যুক্ত থাকে। এই মোটা নলের

73 নং চিত্র—ফরম্যালডিহাইড প্রস্তুতি

মধ্যে কপারের তার জালি অনুঘটকরূপে থাকে। ইহাকে উত্তপ্ত করিয়া 250°-360° সেণ্টিগ্রেডে রাখা হয়। ফ্লাস্কে বায়ু-প্রবাহ চালিত করিলে ফ্লাস্ক হইতে বায়ু ও মিথাইল অ্যালকোহলের বাষ্প ফ্লাস্কের ছোট নল বাহিয়া উত্তপ্ত কপারের তারজালির উপর দিয়া প্রবাহিত হয় এবং মিথাইল অ্যালকোহল ফরম্যালডিহাইডে জারিত হয়। মিথাইল অ্যালকোহল ও বায়ুর পরিমাণ সাবধানে নিয়ন্ত্রণ করা হয় যাহাতে

ফরম্যালডিহাইড জারিত হইয়া ফরমিক অ্যাসিডে না পরিণত হয়। উৎপন্ন গ্যাসীয় মিশ্রণ নলের অপর প্রান্ত দিয়া নির্গত হয় এবং বরফে শীতল করা ফ্লাস্কে প্রবেশ করিয়া উহা তরলে পরিণত হয়। এই তরলটি ফরম্যালডিহাইড, মিথাইল অ্যালকোহল ও জলের মিশ্রণ। পাতনের সাহায্যে মিশ্রণ হইতে অতিরিক্ত মিথাইল অ্যালকোহল সরান হয়। উৎপন্ন মিশ্রণে শতকরা হিসাবে প্রায় 40 ভাগ ফরম্যালডিহাইড, 8 ভাগ মিথাইল অ্যালকোহল এবং 52 ভাগ জল থাকে। এই মিশ্রণকে ফরম্যালিন বলে।

ফরম্যালিন—40% ফরম্যালডিহাইড, 8% মিথাইল অ্যালকোহল এবং 52% জলের মিশ্রণকে ফরম্যালিন বলে।

(b) ব্যবহার—ফরম্যালডিহাইড জীবাণুনাশক ও বীজবারক হিসাবে ব্যবহৃত হয়। চর্মশিল্পে, রঞ্জক ও ফর্মামিন্ট ঔষধ প্রস্তুতিতেও ইহা ব্যবহৃত হয়। ফরম্যালডিহাইড হইতে প্লাস্টিক তৈয়ারী করা হয়। যথা, ব্যাকেলাইট (ফিনল-ফরম্যালডিহাইড প্লাস্টিক), গ্যালালিথ (কেসিন ফরম্যালডিহাইড প্লাস্টিক), প্লাস্কন (ইউরিয়া-ফরম্যালডিহাইড প্লাস্টিক)।

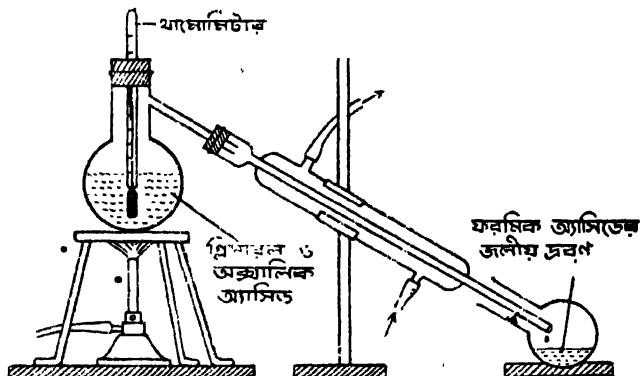
(c) ব্যাকেলাইট ব্যাকেলাইট একটি প্লাস্টিক জাতীয় জিনিস। আবিষ্কারক বিজ্ঞানী বীকেল্যাণ্ডের নামানুসারে ইহার নামকরণ হইয়াছে। কার্বলিক অ্যাসিড বা ফিনল এবং ফরম্যালডিহাইডকে অ্যামোনিয়ার উপস্থিতিতে উত্তপ্ত করিয়া ব্যাকেলাইট প্রস্তুত করা হয়। ইহা খুব শক্ত পদার্থ, জলে দ্রবীভূত হয় না কিংবা উত্তাপে গলিয়া যায় না। ইহা তড়িৎ পরিবহণ করিতে পারে না। ইনসুলেটর হিসাবে, ফোনোগ্রাফের রেকর্ড, ফাউন্টেন পেন তৈয়ারী করিতে ইহা ব্যবহৃত হয়।

Q. 281. Describe briefly the preparation of formic acid in the laboratory. [H. S. 1965]

[ল্যাবরেটরীতে ফরমিক অ্যাসিড প্রস্তুতির সংক্ষিপ্ত বর্ণনা লিখ।]

Ans. (a) নীতি—অক্সালিক অ্যাসিডকে গ্লিসারলের সহিত উত্তপ্ত করিলে ফরমিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়। এই বিক্রিয়ায় গ্লিসারল অনুঘটকের কাজ করে—ইহার কোন পরিবর্তন হয় না।

$$\begin{array}{l} COOH \\ | \\ COOH \end{array} + [\text{গ্লিসারল}] = HCOOH + CO_2 + [\text{গ্লিসারল}]$$

প্রস্তুতি—থার্মোমিটার ও কন্‌ডেনসারযুক্ত একটি পাতন-ফ্লাস্কে চূর্ণ অক্সালিক অ্যাসিড কেলাস ও গ্লিসারল লওয়া হয়। কন্‌ডেনসারের অপর প্রান্ত একটি গ্রাহকের মুখে প্রবেশ করানো থাকে। ফ্লাস্কটি তারজালির উপর রাখিয়া 100°–110° সেন্টিগ্রেড পর্যন্ত উত্তপ্ত করা হয়। কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্যাস নির্গত হয় এবং জলের

74 নং চিত্র—ফরমিক অ্যাসিড প্রস্তুতি

সহিত মিশ্রিত হইয়া ফরমিক অ্যাসিড পাতিত দ্রব্যরূপে গ্রাহকে সঞ্চিত হয়। কার্বন ডাই-অক্সাইডের বুদ্‌বুদন কমিয়া গেলে আরও অক্সালিক অ্যাসিড মিশান হয় এবং ঐ তাপমাত্রায় পাতিত করা হয়।

পাতিত দ্রব্য অর্থাৎ ফরমিক অ্যাসিডের জলীয় দ্রবণ অতিরিক্ত লিথার্জের সহিত উত্তপ্ত করিয়া গরম অবস্থায় ফিল্টার করা হয়। পরিস্রুত গাঢ় করিয়া শীতল করিলে লেড ফরমেটের কেলাস উৎপন্ন হয়। $2HCOOH + PbO = (HCOO)_2Pb + H_2O$। কেলাসগুলি পৃথক করিয়া শুষ্ক করা হয় এবং 110° সেন্টিগ্রেডে উত্তপ্ত লেড ফরমেটের উপর দিয়া হাইড্রোজেন সালফাইড প্রবাহিত করিলে অনার্দ্র ফরমিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়। $(HCOO)_2Pb + H_2S = 2H.COOH + PbS$। অতঃপর এই অ্যাসিডকে লেড ফরমেটের উপর পাতিত করিয়া H_2S মুক্ত করা হয়।

Q. 285. (a) How is formic acid manufactured? (b) State its uses.

[(a) শিল্পের জন্য ফরমিক অ্যাসিড কিরূপে তৈয়ারী করা হয়? (b) ইহার ব্যবহার উল্লেখ কর।]

Ans. (a) শিল্প-প্রস্তুতি—6-10 বায়ুমণ্ডলীয় চাপে কার্বন মনোক্সাইড গ্যাসকে 210° সেন্টিগ্রেডে উত্তপ্ত সোডিয়াম হাইড্রক্সাইডের উপর দিয়া প্রবাহিত করিলে উহা ধীরে ধীরে শোষিত হয় এবং সোডিয়াম ফরমেট উৎপন্ন হয়। শীতল ও লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড সোডিয়াম ফরমেটের সহিত মিশাইলে ফরমিক অ্যাসিড পাওয়া যায়। $CO+NaOH=HCOONa$; $HCOONa+H_2SO_4=HCOOH+NaHSO_4$ ।

(b) ব্যবহার—চর্মশিল্পে, রবার প্রস্তুতি, পশম ও তুলা রং করিতে ইহা ব্যবহৃত হয়। বীজারক হিসাবেও ইহা ব্যবহৃত হয়।

Q. 286. What is glacial acetic acid ? How is glacial acetic acid prepared ? [H. S. 1966 (Comp)] **State the uses of acetic acid.**

[গ্লেসিয়াল অ্যাসেটিক অ্যাসিড কাহাকে বলে ? গ্লেসিয়াল অ্যাসেটিক অ্যাসিড কিরূপে প্রস্তুত করা হয়। ইহার ব্যবহার উল্লেখ কর।]

Ans. বিশুদ্ধ ও গাঢ় অ্যাসেটিক অ্যাসিডকে গ্লেসিয়াল অ্যাসেটিক অ্যাসিড (glacial acetic acid) বলে। সাংশ্লেষক পদ্ধতিতে বা পাইরোলিগ্নিয়াস অ্যাসিড (কাঠের অন্তর্ধূম-পাতনের সাহায্যে প্রাপ্ত) হইতে গাঢ় অ্যাসেটিক অ্যাসিড প্রস্তুত করা হয়।

(i) সাংশ্লেষিক পদ্ধতি—ক্যালসিয়াম কার্বাইড ও জলের বিক্রিয়ায় উৎপন্ন অ্যাসিটিলীন গ্যাস উষ্ণ (80°C) ও লঘু (20%) সালফিউরিক অ্যাসিডের মধ্যে প্রবাহিত করানো হয়। ঐ সালফিউরিক অ্যাসিড দ্রবণে অণুঘটকরূপে মারকিউরিক সালফেট থাকে। অ্যাসিটিলীন জলের সহিত যুক্ত হইয়া (hydration) অ্যাসেট্যালডিহাইড উৎপন্ন করে। $CH\equiv CH+H_2O\rightarrow CH_3CHO$. নির্গত অ্যাসেট্যালডিহাইড (স্ফুটনাংক 21°C)-এর বাষ্প বায়ুর সহিত মিশ্রিত করিয়া 70° সেন্টিগ্রেডে উত্তপ্ত ম্যাংগানিজ অ্যাসিটেটের উপর দিয়া প্রবাহিত করানো হয়। বায়ুর অক্সিজেন দ্বারা অ্যাসেট্যালডিহাইড জারিত হইয়া গ্লেসিয়াল অ্যাসেটিক অ্যাসিডে পরিণত হয়। $2CH_3CHO+O_2=2CH_3COOH$ । ম্যাংগানিজ অ্যাসিটেট অণুঘটকের কাজ করে।

(ii) পাইরোলিগ্নিয়াস অ্যাসিড হইতে—279 নং প্রশ্নোত্তরের প্রথম 'প্যারা' লিখিয়া নিম্নলিখিত অংশ যোগ কর :

উৎপন্ন ক্যালসিয়াম অ্যাসিটেটকে বায়ুতে প্রায় 250° সেন্টিগ্রেডে উত্তপ্ত করিলে কতকগুলি অপদ্রব্য বিযোজিত হইয়া যায় এবং অবশিষ্ট পদার্থকে 'গ্রে অ্যাসিটেট অব লাইম' (grey acetate of lime) বলে। ইহাকে উপযুক্ত পরিমাণ গাঢ় H_2SO_4 দ্বারা পাতিত করিলে 40—60% অ্যাসেটিক অ্যাসিড পাওয়া যায়। $(CH_3COO)_2Ca + H_2SO_4 = CaSO_4 + 2CH_3COOH$। এই অ্যাসিডকে কষ্টিক সোডা দ্রবণের সাহায্যে প্রশমিত করিয়া দ্রবণ বাষ্পীভূত করিলে সোদক সোডিয়াম অ্যাসিটেটের ($CH_3COONa, 3H_2O$) কেলাস উৎপন্ন হয়। ইহাকে সাবধানে উত্তপ্ত করিয়া অনার্দ্র সোডিয়াম অ্যাসিটেটে পরিণত করা হয় এবং গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডের সাহায্যে পাতিত করিলে গাঢ় বা গ্লেসিয়াল অ্যাসেটিক অ্যাসিড পাওয়া যায়। $CH_3COOH + NaOH = CH_3COONa + H_2O$; $CH_3COONa + H_2SO_4 = CH_3COOH + NaHSO_4$।

ব্যবহার—অ্যাসিটেট লবণ, অ্যাসেটিক অ্যানহাইড্রাইড, অ্যাসিটাইল ক্লোরাইড, অ্যাসিটোন, ইথাইল অ্যাসিটেট, সেলুলোজ, অ্যাসিটেট রেয়ন প্রস্তুতিতে, খাদ্য প্রস্তুতিতে, রবার শিল্পে এবং দ্রাবক হিসাবে অ্যাসেটিক অ্যাসিড ব্যবহৃত হয়।

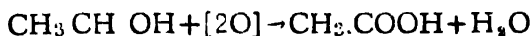
Q. 287. What is vinegar ? How is vinegar prepared ?

[H. S. 1970 (Comp)]

[ভিনিগার কি ? ভিনিগার কিরূপে প্রস্তুত করা হয় ?]

Ans. লঘু অ্যাসেটিক অ্যাসিডের দ্রবণকে (শতকরা 4-8 ভাগ) ভিনিগার বা সির্কা বলে।

প্রস্তুতি—Acetobacter aceti নামক জীবাণু অক্সিজেনের উপস্থিতিতে ইথাইল অ্যালকোহলকে সন্ধিত করিয়া ভিনিগার বা লঘু অ্যাসেটিক অ্যাসিডে জারিত করে।

$$CH_3CH_2OH + [2O] \rightarrow CH_3.COOH + H_2O$$

একটি বড় কাঠের পিপাতে কাঠের গুঁড়া রাখিয়া উহাকে প্রথমে ভিনিগারের সাহায্যে সিক্ত করিয়া জীবাণু জন্মাইয়া লওয়া হয়। কাঠের গুঁড়ার উপর হইতে লঘু (6—10%) ইথাইল অ্যালকোহল নীচের দিকে ধীরে ধীরে প্রবাহিত করানো হয়। অ্যালকোহলের উৎসরূপে নিম্নস্তরের মদ বা সন্ধিত দ্রবণ (fermented liquor) ব্যবহার করা হয়। অ্যালকোহলে জীবাণুর খাদ্যের জন্য ফসফেট ও অজৈব লবণ

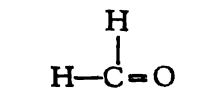
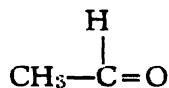
থাকা প্রয়োজন। কাঠের গুঁড়ার নীচ হইতে উপযুক্ত পরিমাণ বায়ু উপরের দিকে পরিচালিত করা হয়। বিক্রিয়াটি তাপমোচী। অ্যালকোহল প্রবাহ নিয়ন্ত্রিত করিয়া তাপমাত্রা 35°—40°C-এর মধ্যে রাখা হয়। অ্যালকোহল ধীরে ধীরে অ্যাসেটিক অ্যাসিডে পরিণত হইয়া নীচের পাত্রে সঞ্চিত হয়। ভিনিগারে সাধারণতঃ 4—8% অ্যাসেটিক অ্যাসিড থাকে।

Q. 288. Write down the structural formulae of the following compounds. [cf. H. S. 1971]

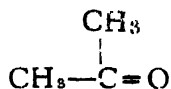
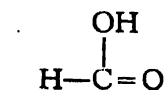
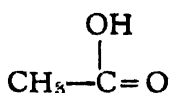
[নিম্নলিখিত যৌগগুলির গঠনমূলক সংকেত লিখ।]

(i) aldehydes, [H. S. 1968], **(ii) ketones** [H. S. 1968] **and (iii) carboxylic acids.**

Ans. (i) অ্যালডিহাইডের গঠনমূলক সংকেত : $R-\overset{\overset{\displaystyle H}{|}}{C}=O$, যেখানে R = CH_3, C_2H_5, C_6H_5 ইত্যাদি কোন মূলক বা হাইড্রোজেন।

$$H-\overset{\overset{\displaystyle H}{|}}{C}=O \qquad\qquad CH_3-\overset{\overset{\displaystyle H}{|}}{C}=O$$

ফরম্যালডিহাইডের গঠনমূলক সংকেত   অ্যাসেট্যালডিহাইডের গঠনমূলক সংকেত

—CHO মূলককে অ্যালডিহাইডিক মূলক বলে এবং ইহা সমস্ত অ্যালডিহাইডে বর্তমান।

(ii) কিটোনের গঠনমূলক সংকেত : $R-\overset{\overset{\displaystyle R}{|}}{C}=O$, যেখানে R = CH_3, C_2H_5, C_6H_5 ইত্যাদি মূলক। মূলক দুইটি CH_3 হইলে উৎপন্ন কিটোনকে ডাই-মিথাইল কিটোন বা অ্যাসিটোন বলে। অর্থাৎ, অ্যাসিটোনের গঠনমূলক সংকেত :

$$CH_3-\overset{\overset{\displaystyle CH_3}{|}}{C}=O$$

(iii) কার্বক্সিলিক অ্যাসিডের গঠনমূলক সংকেত : $R-\overset{\overset{\displaystyle OH}{|}}{C}=O$, যেখানে R = CH_3, C_2H_5, C_6H_5 ইত্যাদি মূলক বা হাইড্রোজেন।

Q. 289. State the characteristic reactions of a carboxyl group. Illustrate your answer with formic acid or acetic acid.

[কার্বক্সিল মূলকের বিক্রিয়াগুলি ফরমিক অ্যাসিড বা অ্যাসেটিক অ্যাসিডের উদাহরণ দ্বারা বর্ণনা কর।]

Ans. (1) ফরমিক অ্যাসিড বা অ্যাসেটিক অ্যাসিডের জলীয় দ্রবণ নীল লিটমাস লাল করে।

(2) উহারা সোডিয়াম কার্বনেট বা বাই-কার্বনেট হইতে কার্বন ডাই-অক্সাইড নির্গত করে।

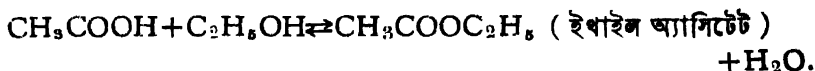
(3) ক্ষারের সহিত লবণ ও জল উৎপন্ন করে।

$HCOOH + NaOH = HCOONa$ (সোডিয়াম ফরমেট) $+ H_2O$

$CH_3COOH + NaOH = CH_3COONa$ (সোডিয়াম অ্যাসিটেট) $+ H_2O$

(4) অ্যালকোহলের সহিত এস্টার উৎপন্ন করে।

$HCOOH + C_2H_5OH \rightleftharpoons HCOOC_2H_5$ (ইথাইল ফরমেট) $+ H_2O$

$CH_3COOH + C_2H_5OH \rightleftharpoons CH_3COOC_2H_5$ (ইথাইল অ্যাসিটেট) $+ H_2O$.

Q. 290. (a) Explain the relationship between ethyl alcohol, acetaldehyde and acetic acid. [H. S. 1964]

[ইথাইল অ্যালকোহল, অ্যাসেট্যালডিহাইড ও অ্যাসেটিক অ্যাসিডের মধ্যে যে সম্পর্ক আছে ব্যাখ্যা কর।]

(b) State the relationship between methyl alcohol, formaldehyde and formic acid. [H. S. 1967 (Comp.)]

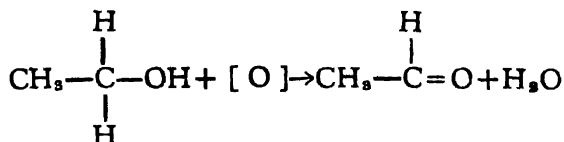
[মিথাইল অ্যালকোহল, ফরম্যালডিহাইড ও ফরমিক অ্যাসিডের মধ্যে সম্পর্ক বিবৃত কর।]

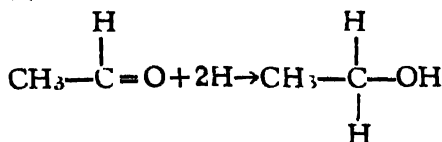
Or,

How are aldehydes related to alcohols and acids ? (H. S. 1968)

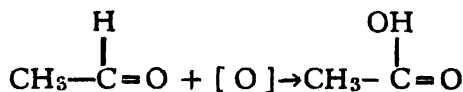
[অ্যালডিহাইডগুলির সহিত অ্যালকোহলের ও অ্যাসিডের সম্পর্ক কি ?]

Ans (a) (i) ইথাইল অ্যালকোহলকে সোডিয়াম ডাই-ক্রোমেট ও লঘু সালফিউরিক অ্যাসিডের মিশ্রণ দ্বারা উত্তপ্ত (55°C) করিলে উহা জারিত হইয়া অ্যাসেট্যালডিহাইডে পরিণত হয়।

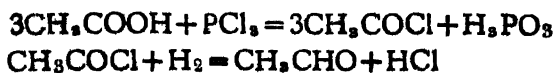
$$CH_3-\underset{H}{\overset{H}{\underset{|}{\overset{|}{C}}}}-OH+[O]\rightarrow CH_3-\overset{H}{\overset{|}{C}}=O+H_2O$$

আবার, সোডিয়ামের পারদ সংকর ও জলের বিক্রিয়া দ্বারা অ্যাসেট্যালডিহাইড ইথাইল অ্যালকোহলে পরিণত হয়। এখানে জায়মান হাইড্রোজেন অ্যাসেট্যালডি-হাইডকে ইথাইল অ্যালকোহলে বিজারিত করে।

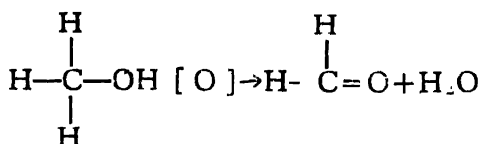
$$CH_3-\overset{H}{\overset{|}{C}}=O+2H\rightarrow CH_3-\underset{H}{\overset{H}{\underset{|}{\overset{|}{C}}}}-OH$$

সুতরাং ইথাইল অ্যালকোহলের জারণ দ্বারা অ্যাসেট্যালডিহাইড এবং অ্যাসেটালডিহাইডের বিজারণের ফলে ইথাইল অ্যালকোহল উৎপন্ন হয়।

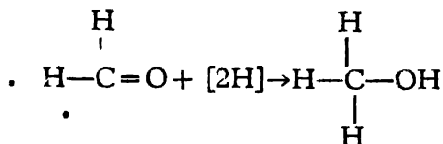
(ii) ডাই-ক্রোমেট ও H_2SO_4-এর মিশ্রণ অ্যাসেটালডিহাইডকে জারিত করিয়া অ্যাসেটিক অ্যাসিডে পরিণত করে।

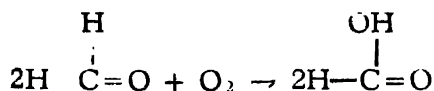
$$CH_3-\overset{H}{\overset{|}{C}}=O+[O]\rightarrow CH_3-\overset{OH}{\overset{|}{C}}=O$$

সুতরাং অ্যাসেট্যালডিহাইডের জারণের ফলে অ্যাসেটিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়। অ্যাসিডকে প্রত্যক্ষভাবে বিজারিত করিয়া অ্যালডিহাইডে পরিণত করা শক্ত কিন্তু পরোক্ষভাবে ইহা করা সম্ভব। যথা, অ্যাসেটিক অ্যাসিডকে ফস্‌ফরাস ট্রাইক্লোরাইড দ্বারা অ্যাসিটাইল ক্লোরাইডে পরিণত করা হয়। প্যালাডিয়াম ধাতু চূর্ণের (অণুঘটক) উপস্থিতিতে হাইড্রোজেন দ্বারা বিজারিত করিলে অ্যাসেট্যালডিহাইড উৎপন্ন হয়।

$$3CH_3COOH+PCl_3=3CH_3COCl+H_3PO_3$$

$$CH_3COCl+H_2=CH_3CHO+HCl$$

(b) (i) মিথাইল অ্যালকোহলকে জারিত করিলে উহা ফরম্যালডিহাইডে পরিণত হয়।

$$H-\overset{\displaystyle H}{\underset{\displaystyle H}{\overset{|}{\underset{|}{C}}}}-OH\ [O] \rightarrow H-\overset{\displaystyle H}{\overset{|}{C}}=O+H_2O$$

ফরম্যালডিহাইডকে জায়মান হাইড্রোজেন দ্বারা (সোডিয়াম পারদসংকর ও জলের বিক্রিয়ায় উৎপন্ন) বিজারিত করিলে উহা মিথাইল অ্যালকোহলে পরিণত হয়।

$$H-\overset{\displaystyle H}{\overset{|}{C}}=O+[2H] \rightarrow H-\overset{\displaystyle H}{\underset{\displaystyle H}{\overset{|}{\underset{|}{C}}}}-OH$$

(ii) উত্তপ্ত প্ল্যাটিনামের সংস্পর্শে বায়ুর অক্সিজেন দ্বারা ফরম্যালডিহাইড জারিত হইয়া ফরমিক অ্যাসিডে পরিণত হয়।

$$2H\ \overset{\displaystyle H}{\overset{|}{C}}=O+O_2 \rightarrow 2H-\overset{\displaystyle OH}{\overset{|}{C}}=O$$

সুতরাং বলা যায় যে ফরম্যালডিহাইড মিথাইল অ্যালকোহলের জারণের ফলে উদ্ভূত এবং মিথাইল অ্যালকোহল ফরম্যালডিহাইডের বিজারণের ফলে উদ্ভূত। ফরমিক অ্যাসিড ফরম্যালডিহাইডের জারণের ফল।

Q. 291. What products are formed when

(a) formaldehyde is (i) oxidised and (ii) reduced ;

(b) acetaldehyde is (i) oxidised and (ii) reduced ;

[H. S. 1963]

(c) acetone is (i) oxidised and (ii) reduced.

[H. S. (Comp.) 1964]

(d) methyl alcohol [H. S. 1960 (Comp.)] **and ethyl alcohol are separately oxidised ?**

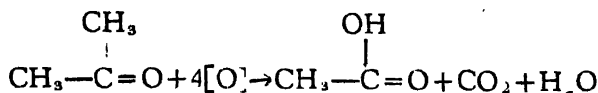
[নিম্নক্ষেত্রে কি কি পদার্থ উৎপন্ন হয়? (a) ফরম্যালডিহাইডকে (i) জারিত এবং (ii) বিজারিত করা হইল ; (b) অ্যাসেট্যালডিহাইডকে (i) জারিত এবং

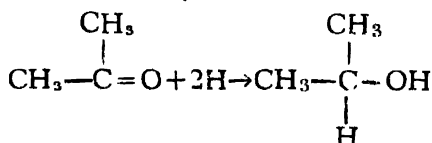
(ii) বিজারিত করা হইল ; ; (c) অ্যাসিটোনকে (i) জারিত এবং (ii) বিজারিত করা হইল ; (d) মিথাইল ও ইথাইল অ্যালকোহলকে পৃথক ভাবে জারিত করা হইল।]

Ans. (a) (i)-এর জন্য Q. 290 (b) প্রশ্নোত্তরের (ii) অংশ ; (a) (ii)-এর জন্য Q. 290 (b) প্রশ্নোত্তরের (i) এর শেষাংশ।

(b)-এর (i) এবং (ii)-এর জন্য 290 নং প্রশ্নোত্তরের যথাক্রমে (ii) এবং (i)-এর দ্বিতীয়াংশ দেখ।

(c) পটাসিয়াম ডাই-ক্রোমেট ও সালফিউরিক অ্যাসিড দ্বারা জারিত করিলে অ্যাসিটোন অ্যাসেটিক অ্যাসিডে পরিণত হয়।

$$CH_3-\overset{\overset{CH_3}{|}}{C}=O+4[O]\rightarrow CH_3-\overset{\overset{OH}{|}}{C}=O+CO_2+H_2O$$

জায়মান হাইড্রোজেন দ্বারা অ্যাসিটোনকে বিজারিত করিলে উহা আইসো-প্রোপাইল অ্যালকোহলে পরিণত হয়।

$$CH_3-\overset{\overset{CH_3}{|}}{C}=O+2H\rightarrow CH_3-\underset{\underset{H}{|}}{\overset{\overset{CH_3}{|}}{C}}-OH$$

(d) 282 নং প্রশ্নোত্তরের (6) অংশ এবং 281 নং প্রশ্নোত্তরের (4) অংশ দেখ।

Q. 292. Starting from carbon and hydrogen, how would you obtain the following substances ?

[কার্বন ও হাইড্রোজেন হইতে আরম্ভ করিয়া কিরূপে নিম্নলিখিত পদার্থগুলি পাওয়া যায় ?]

Acetylene, acetaldehyde, ethyl alcohol, acetic acid, ethyl acetate.

Ans. (i) **কার্বন ও হাইড্রোজেন হইতে অ্যাসিটিলীন :** একটি কাচের গোলকে হাইড্রোজেন গ্যাসের পরিবেশে দুইটি গ্যাস-কার্বন তড়িৎ-দ্বারের মধ্যে

বিদ্যুৎ-ক্ষরণ করিলে কার্বন ও হাইড্রোজেন প্রত্যক্ষভাবে সংযুক্ত হইয়া অ্যাসিটিলীন উৎপন্ন হয়। $2C+H_2=C_2H_2$.

(ii) অ্যাসিটিলীন হইতে অ্যাসেট্যালডিহাইড—286 নং প্রশ্নোত্তরের (i)-এর প্রথম অংশে (সাংশ্লেষিক পদ্ধতি) দেখ।

(iii) অ্যাসেট্যালডিহাইড হইতে অ্যাসেটিক অ্যাসিড—286 নং প্রশ্নোত্তরের (i)-এর শেষ অংশ দেখ।

(iv) অ্যাসেট্যালডিহাইড হইতে ইথাইল অ্যালকোহল—290(a) নং প্রশ্নোত্তরের (i)-এর শেষ অংশে অ্যাসেট্যালডিহাইডের বিজারণ দেখ।

(v) অ্যাসেটিক অ্যাসিড হইতে ইথাইল অ্যাসিটেট—294 নং প্রশ্নোত্তর দেখ।

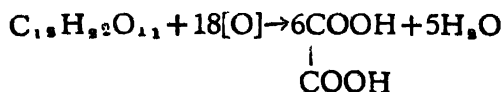
Q. 293. Name some common organic acids of every day use and give a brief account of them.

[দৈনন্দিন কাজে প্রয়োজনীয় এরূপ কয়েকটি জৈব অ্যাসিডের নাম কর এবং উহাদের সংক্ষিপ্ত বিবরণ দাও।]

Ans. প্রয়োজনীয় কয়েকটি জৈব অ্যাসিডের নাম—অক্সালিক অ্যাসিড, সাইট্রিক অ্যাসিড ও টারটারিক অ্যাসিড।

(a) অক্সালিক অ্যাসিড (Oxalic acid)—অক্সালিক অ্যাসিড বর্ণহীন, কেলাসাকার কঠিন পদার্থ, জলে দ্রবণীয়। ইহার প্রতি অণুতে দুই অণু কেলাস-জল আছে।

ইক্ষু-শর্করা ও গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিড উত্তপ্ত করিলে শর্করা জারিত হইয়া অক্সালিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়। দ্রবণ গাঢ় করিয়া ঠাণ্ডা করিলে অক্সালিক অ্যাসিডের স্ফটিক পাওয়া যায়।

$$C_{12}H_{22}O_{11}+18[O] \rightarrow 6\begin{array}{c}COOH\\|\\COOH\end{array}+5H_2O$$

পাইন কাঠের গুঁড়া হইতে অথবা সোডিয়াম ফরমেট (CO ও NaOH-এর বিক্রিয়ায় প্রাপ্ত পৃঃ 282) হইতে অক্সালিক অ্যাসিডের শিল্প-প্রস্তুতি করা হয়।

অক্সালিক আসিডের—অ্যাসিড পটাসিয়াম লবণ টক পালং, আমরুল শাক, বীটের

পাতায় ও হরিতকিতে আছে। অদ্রাব্য ক্যালসিয়াম লবণ উদ্ভিদের দেহ কোষে থাকে। কতকগুলি ইউক্যালিপটাস গাছের ছালে অক্সালিক অ্যাসিড থাকে।

অক্সালিক অ্যাসিড ও উহার লবণের নানাবিধ ব্যবহারিক প্রয়োগ আছে। ধাতুর পালিশ প্রস্তুতিতে রঞ্জন শিল্পে রাগবন্ধ হিসাবে এবং চর্ম পরিষ্কার করিবার জন্য ইহা খুব ব্যবহৃত হয়। পটাসিয়াম ফেরাস অক্সালেট ফটোগ্রাফীর কার্যে ব্যবহৃত হয়। পটাসিয়াম কোয়াড্রো-অক্সালেট বা salt of sorrel কাপড় হইতে কালির ও লোহের দাগ অপসারণ করিবার জন্য ব্যবহৃত হয়। ল্যাবরেটরীতে আয়তনমাত্রিক বিশ্লেষণে প্রাথমিক স্ট্যাণ্ডার্ডরূপে ও ফরমিক অ্যাসিড প্রস্তুতিতে ইহার ব্যবহার আছে।

অক্সালিক অ্যাসিডের অণুতে দুইটি কার্বক্সিল মূলক (– COOH) আছে বলিয়া ইহা দ্বিক্ষারকীয় অ্যাসিড। ইহার গঠনমূলক সংকেত :

$$\begin{array}{c} COOH \\ | \\ COOH \end{array}$$

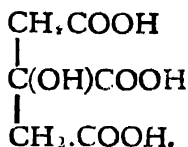
(b) **সাইট্রিক অ্যাসিড** (Citric acid)—সাইট্রিক অ্যাসিড সাদা, কেলাসাকার কঠিন পদার্থ, জলে দ্রবণীয়। ইহার প্রতি অণুতে এক অণু কেলাস-জল থাকে।

লেবুর রস হইতে এবং সুক্রোজ ও গ্লুকোজের জলীয় দ্রবণের সাইট্রিক সন্ধান দ্বারা ইহা প্রস্তুত করা হয়। লেবুর রসকে ফুটাইয়া উহা হইতে প্রোটীন জাতীয় পদার্থ পৃথক করা হয়। তারপর ঐ লেবুর রসের সহিত চুন মিশাইয়া ফুটাইলে ক্যালসিয়াম সাইট্রেট অধঃক্ষিপ্ত হয়। অধঃক্ষেপ ফিলটার করিয়া লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড মিশাইয়া উহা বিযোজিত করা হয়। অদ্রাব্য ক্যালসিয়াম সালফেট ফিলটার করা হয়। পরিশ্রুত সাইট্রিক অ্যাসিডের জলীয় দ্রবণ উত্তাপে গাঢ় করিয়া ঠাণ্ডা করিলে সাইট্রিক অ্যাসিডের স্ফটিক পৃথক হয়।

আনারস, টমাটো পাতিলেবু, কাগজিলেবু, বাতাবিলেবু, কমলালেবু ইত্যাদি লেবু জাতীয় ফলে সাইট্রিক অ্যাসিড থাকে। বীট ও গোল আলুতে ইহার লবণ থাকে।

সাইট্রিক অ্যাসিড লেমোনেড প্রস্তুতিতে, রঞ্জন শিল্পে রাগবন্ধকরূপে ব্যবহৃত হয়। ফেরিক অ্যামোনিয়াম সাইট্রেট নীল কাগজ (Blue print) ও ঔষধ প্রস্তুতিতে এবং সোডিয়াম বা পটাসিয়াম লবণও ঔষধে ব্যবহৃত হয়। ল্যাবরেটরীতে রাসায়নিক বিশ্লেষণে ইহার ব্যবহার আছে।

সাইট্রিক অ্যাসিডের অণুতে তিনটি কার্বক্সিল মূলক এবং একটি হাইড্রক্সিল মূলক আছে। ইহা একটি হাইড্রক্সি-ট্রিক্ষারকীয় অ্যাসিড। ইহার গঠনমূলক সংকেত :

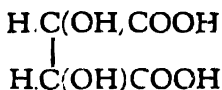
$$\begin{array}{l} CH_2.COOH \\ | \\ C(OH)COOH \\ | \\ CH_2.COOH. \end{array}$$

(c) টারটারিক অ্যাসিড (Tartaric acid)— টারটারিক অ্যাসিড কঠিন কেলাসাকার পদার্থ, জলে দ্রবণীয়।

তেঁতুল, আঙুর ইত্যাদিতে অ্যাসিডরূপে বা অ্যাসিড পটাসিয়াম লবণরূপে থাকে।

আঙুরের রসের সন্ধান-কালে প্রাপ্ত উপজাত অ্যাসিড পটাসিয়াম টারট্রেট বা আর্গল (argol) হইতে ইহা প্রস্তুত করা হয়।

সোডিয়াম পটাসিয়াম টারট্রেট ল্যাবরেটরীর বিকারক ফেলিংস দ্রবণ (Fehling's solution) প্রস্তুতিতে এবং ঔষধ (জোলাপরূপে) প্রস্তুতিতে ব্যবহৃত হয়। বিশুদ্ধ অ্যাসিড পটাসিয়াম টারট্রেট (cream of tartar) রঞ্জন শিল্পে ও বেকিং পাউডার প্রস্তুতিতে ব্যবহৃত হয়।

টারটারিক অ্যাসিডের অণুতে দুইটি কার্বক্সিল মূলক এবং দুইটি হাইড্রক্সিল মূলক আছে। ইহার গঠনমূলক সংকেত :

$$\begin{array}{l} H.C(OH)COOH \\ \quad | \\ H.C(OH)COOH \end{array}$$

Q. 294. (a) What is an ester ?

[H. S 1962, '66, '69 (Comp), '71(Comp.)]

(b) Describe the preparation of a typical ester.

[H. S. 1962, '64(Comp.), '68]

Or, Describe how ethyl acetate is prepared in the laboratory.

[H. S. 1966 (Comp.), '67]

(c) What happens when this ester is boiled with caustic soda solution ? [H. S. 1962]

Or, Explain with an example what is meant by hydolysis of an ester. [H. S. 1964, '65 (Comp.), '66 (Comp), '68 (Comp.)]

(d) State the uses of ester.

[(a) এস্টার কাহাকে বলে ? (b) একটি এস্টারের প্রস্তুতি বর্ণনা কর অথবা, ল্যাবরেটরীতে ইথাইল অ্যাসিটেট কিরূপে প্রস্তুত করা হয় বর্ণনা কর। (c) এই এস্টারকে কষ্টিক সোডা দ্রবণ দিয়া ফুটাইলে কি হয় ? অথবা, এস্টারের আর্দ্র-বিশ্লেষণ বলিতে কি বুঝায় তাহা একটি উদাহরণের সাহায্যে ব্যাখ্যা কর। (d) এস্টারের ব্যবহার বিবৃত কর।]

Ans. (a) **এস্টার**—জৈব ও অজৈব অ্যাসিডের প্রতিস্থাপনীয় হাইড্রোজেন আংশিক বা সম্পূর্ণ রূপে অ্যালকিল্ মূলক দ্বারা প্রতিস্থাপিত হইয়া যে শ্রেণীর যৌগ উৎপন্ন করে তাহাদিগকে এস্টার বলে। যথা, $CH_3COOC_2H_5$ একটি এস্টার, এখানে CH_3COOH-এর H পরমাণু C_2H_5 মূলক দ্বারা প্রতিস্থাপিত হইয়াছে। $C_2H_5HSO_4$ (ইথাইল হাইড্রোজেন সালফেট) এস্টারে H_2SO_4-এর একটি হাইড্রোজেন পরমাণু C_2H_5 মূলক দ্বারা প্রতিস্থাপিত হইয়াছে। গাঢ় H_2SO_4 বা HCl গ্যাসের উপস্থিতিতে অ্যালকোহল ও জৈব অ্যাসিডের মিশ্রণ উত্তপ্ত করিলে এস্টার ও জল উৎপন্ন হয়। বিক্রিয়াটি উভমুখী। উৎপন্ন জল H_2SO_4 বা HCl গ্যাস দ্বারা শোষিত হয়।

$$\underset{\text{অ্যাসিড}}{R.COOH} + \underset{\text{অ্যালকোহল}}{R'OH} \rightleftharpoons \underset{\text{এস্টার}}{R.COOR'} + \underset{\text{জল}}{H_2O}$$

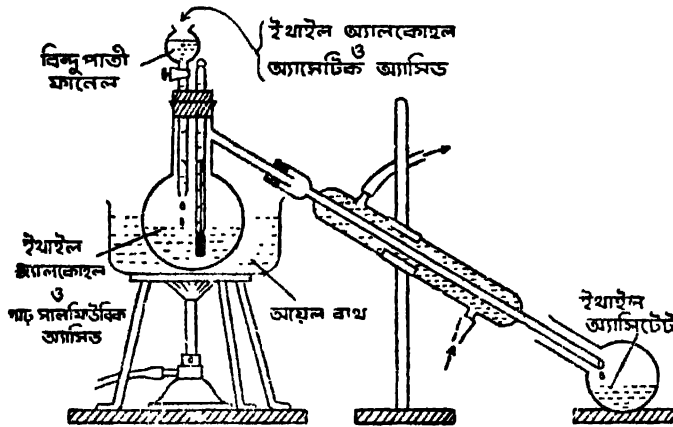
(যেখানে R ও R′ মিথাইল, ইথাইল ইত্যাদি অ্যাল্কিল মূলক।)

(b) একটি এস্টার যথা, ইথাইল অ্যাসিটেটের প্রস্তুতি নিম্নে বর্ণনা করা হইল।

ইথাইল অ্যাসিটেটের প্রস্তুতি—ইথাইল অ্যালকোহল ও গ্লেসিয়াল অ্যাসেটিক অ্যাসিডের মিশ্রণকে গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডের উপস্থিতিতে উত্তপ্ত করিলে ইথাইল অ্যাসিটেট উৎপন্ন হয়।

$$CH_3COOH + C_2H_5OH \rightleftharpoons CH_3COOC_2H_5 + H_2O.$$

বিন্দুপাতী ফানেল ও থার্মোমিটার যুক্ত একটি পাতন ফ্লাস্কে সম আয়তনে ইথাইল অ্যালকোহল ও গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড লওয়া হয়। পাতন ফ্লাস্কটি একটি শীতকের সহিত এবং শীতকটি গ্রাহক পাত্রের সহিত যুক্ত আছে। বিন্দুপাতী ফানেলে সম-আয়তনের ইথাইল অ্যালকোহল ও গ্লেসিয়াল অ্যাসেটিক অ্যাসিড লওয়া হয়। ফ্লাস্কটিকে তৈল-গাহে (oil bath) 140°C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করা হয়। বিন্দুপাতী

ফানেলের মিশ্রণ ধীরে ধীরে ফ্লাস্কের মিশ্রণের সহিত যোগ করা হয়, ফ্লাস্কের তরল পাতিত হইতে থাকে। যাহাতে পাতন-ফ্লাস্কে তরলের আয়তন প্রায় একই থাকে সেইজন্য যে হারে ইথাইল অ্যাসিটেট পাতিত হইয়া যায়, সেই হারে বিন্দুপাতী ফানেল হইতে মিশ্রণ ফ্লাস্কে যোগ করা হয়। গ্রাহকে যে পাতিত দ্রব্য সঞ্চিত হয় তাহা অবিশুদ্ধ ইথাইল অ্যাসিটেট। বিচ্ছেদক-ফানেলে পাতিত দ্রব্য লইয়া উহাকে

75 নং চিত্র—ইথাইল অ্যাসিটেট প্রস্তুতি

সোডিয়াম কার্বনেটের দ্রবণের সহিত ভাল করিয়া নাড়িয়া অ্যাসিড প্রশমিত করা হয়। উপরের ইথাইল অ্যাসিটেট স্তর পৃথক করিয়া উহাকে পুনরায় গাঢ় ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড দ্রবণের সহিত ঝাঁকাইয়া অ্যালকোহল দূর করা হয়। উপরের ইথাইল অ্যাসিটেট স্তরকে পৃথক করিয়া অনার্দ্র ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড দ্বারা শুষ্ক করিয়া পাতিত করিলে 75°—80°C তাপমাত্রায় বিশুদ্ধ ইথাইল অ্যাসিটেট পাতিত দ্রব্যরূপে সঞ্চিত হয়।

(c) **এস্টারের আর্দ্র-বিশ্লেষণ : কস্টিক সোডা দ্রবণ দিয়া উত্তপ্ত করা**—এস্টারকে ক্ষার দ্রবণের সাহায্যে ফুটাইলে ইহা আর্দ্র-বিশ্লেষিত হইয়া সংশ্লিষ্ট অ্যালকোহল ও অ্যাসিডের সোডিয়াম লবণে পরিণত হয়। ইথাইল অ্যাসিটেট আর্দ্র-বিশ্লেষিত হইয়া ইথাইল অ্যালকোহল ও সোডিয়াম অ্যাসিটেট উৎপন্ন হয়।

$$CH_3COOC_2H_5 + NaOH = CH_3COONa + C_2H_5OH$$

ক্ষারীয় দ্রবণের সাহায্যে এস্টারের আর্দ্র বিশ্লেষণকে **সাবানীভবন** বা **স্যাপোনিফিকেশন** (saponification) বলে।

[লঘু খনিজ অ্যাসিড দিয়া ফুটাইলেও এস্টার আর্দ্র বিশ্লেষিত হয়। ইথাইল অ্যাসিটেট আর্দ্র বিশ্লেষিত হইয়া ইথাইল অ্যালকোহল ও অ্যাসেটিক অ্যাসিডে পরিণত হয়। $CH_3COOC_2H_5 + H_2O \rightleftharpoons C_2H_5OH + CH_3COOH$]

(d) ব্যবহার—এস্টারগুলির অধিকাংশই সুন্দর গন্ধযুক্ত। এইগুলি বর্ণহীন উদ্বায়ী তরল বা কঠিন পদার্থ। ফুলের ও ফলের মিষ্টি গন্ধ উহাদের মধ্যস্থিত কোন এস্টার বা কতকগুলি এস্টারের মিশ্রণের জন্য হয়। বর্তমানে কৃত্রিম উপায়ে এস্টার প্রস্তুত করিয়া প্রাকৃতিক সুগন্ধ এবং এসেন্সের পরিবর্তে ব্যবহার করা হয়। কতকগুলি বিশিষ্ট গন্ধযুক্ত এস্টারের নাম—আইসো অ্যামাইল অ্যাসিটেট (আইসো অ্যামাইল অ্যালকোহল ও অ্যাসেটিক অ্যাসিডের এস্টার)—পাকা কলার গন্ধ। মিথাইল বা ইথাইল বিউটিরেট (মিথাইল বা ইথাইল অ্যালকোহল ও বিউটিরিক অ্যাসিডের এস্টার)—আনারসের গন্ধ। অকটিল অ্যাসিটেট—কমলা লেবুর গন্ধ। আইসো অ্যামাইল আইসো ভেলেরট—আপেলের গন্ধ।

Q. 215. (a) What are oils and fats ? [H. S. 1963 (Comp), '66, '67]. **What products are formed when they are hydrolysed ? What is saponification ? (b) What is hydrogenation ?**

[H. S. 1963 (Comp.)]

(c) How does a vegetable oil differ from a mineral oil ?

[(a) তৈল ও চর্বি কি জাতীয় পদার্থ ? উহাদের আর্দ্র-বিশ্লেষণের ফলে কি কি পদার্থ উৎপন্ন হয় ? সাবানী-ভবন কাহাকে বলে ? (b) হাইড্রোজেনেশন্ কাহাকে বলে ? (c) উদ্ভিজ্জ তৈল ও খনিজ তৈলে প্রভেদ কি ?]

Ans. (a) উদ্ভিদ ও প্রাণীজগতে সাধারণ তৈল ও চর্বি প্রচুর পরিমাণে থাকে। যথা, নারিকেল তৈল, তিসির তৈল, জলপাই তৈল, মাছের তৈল, জন্তুর চর্বি ইত্যাদি।

তৈল ও চর্বিগুলি গ্লিসারল এবং কতকগুলি গুরুভার-বিশিষ্ট জৈব অ্যাসিডের এস্টার। অ্যাসিডগুলি সম্পৃক্ত যথা, পামিটিক অ্যাসিড, ষ্টীয়ারিক অ্যাসিড অথবা অসংপৃক্ত যথা, লিনোলেনিক অ্যাসিড ওলিক অ্যাসিড ইত্যাদি হইতে পারে। গ্লিসারলের এই এস্টারগুলিকে সাধারণভাবে গ্লিসারাইড বলা হয়। বিভিন্ন অ্যাসিড

অংশ যুক্ত গ্লিসারাইডগুলিকে মিশ্র গ্লিসারাইড (mixed glycerides) বলে। তৈল ও চর্বিগুলি হইতেছে কতকগুলি মিশ্র গ্লিসারাইডের মিশ্রণ। অধিক পরিমাণ সংপৃক্ত অ্যাসিডের অণু লইয়া গঠিত গ্লিসারাইডগুলি সাধারণ অবস্থায় কঠিন এবং অধিক পরিমাণ অসংপৃক্ত অ্যাসিডের অণু লইয়া গঠিত গ্লিসারাইডগুলি সাধারণ অবস্থায় তরল পদার্থ। কঠিন গ্লিসারাইডগুলিকে চর্বি (fat) এবং তরল গ্লিসারাইডগুলিকে তৈল (oil) বলা হয়। সুতরাং তৈল ও চর্বি একই শ্রেণীর যৌগ অর্থাৎ উভয়ই এস্টার জাতীয় যৌগ ; পার্থক্য শুধু উহাদের ভৌত অবস্থায়।

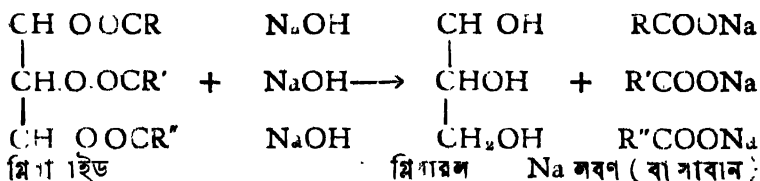
$$\begin{array}{l} CH\ OOCR \\ | \\ CH\ O\ OCR' \\ | \\ CH_2\ O.OCR'' \end{array}$$

(যেখানে R, R′, R″ দ্বারা বিভিন্ন অ্যাল্‌কিল মূলক নির্দেশ করা হইতেছে।)

মিশ্র গ্লিসারাইড অর্থাৎ, চর্বি বা তৈল।

ভৌত ধর্ম ঃ চর্বি ও তৈলগুলি তরল বা কঠিন পদার্থ, জলে অদ্রাব্য কিন্তু অ্যাসিটোন, ক্লোরোফর্ম, বেনজিন ইত্যাদি জৈব দ্রাবকে দ্রাব্য।

চর্বি ও তৈলের বা গ্লিসারাইডের আর্দ্র-বিশ্লেষণ—এস্টারের ধর্মানুযায়ী চর্বি ও তৈলগুলি আর্দ্র-বিশ্লেষিত হইয়া গ্লিসারল ও সংশ্লিষ্ট অ্যাসিডগুলিতে পরিণত হয়। অ্যাসিড বা ক্ষারীয় দ্রবণের সাহায্যে আর্দ্র-বিশ্লেষণ করা হয়। ক্ষারীয় দ্রবণ ব্যবহার করিলে জৈব অ্যাসিডগুলির সোডিয়াম বা পটাসিয়াম লবণ উৎপন্ন হয়। ক্ষারীয় দ্রবণের সাহায্যে গ্লিসারাইডের আর্দ্র-বিশ্লেষণকে সাবানীভবন (saponification) বলে।

$$\begin{array}{lcccl} CH\ OOCR & & NaOH & & CH\ OH & & RCOONa \\ | & & & & | & & \\ CH.O.OCR' & + & NaOH & \longrightarrow & CHOH & + & R'COONa \\ | & & & & | & & \\ CH\ OOCR'' & & NaOH & & CH_2OH & & R''COONa \\ \text{গ্লিসারাইড} & & & & \text{গ্লিসারল} & & \text{Na লবণ (বা সাবান)} \end{array}$$

(b) **হাইড্রোজেনেসন**—নিকেলের উপস্থিতিতে 175°—190° সেন্টিগ্রেড তাপমাত্রায় এবং প্রায় দুইগুণ বায়ুমণ্ডলীয় চাপে তৈলের মধ্য দিয়া হাইড্রোজেন গ্যাস পরিচালিত করিলে গ্লিসারাইডের অসংপৃক্ত অ্যাসিড অংশে হাইড্রোজেন যুক্ত হইয়া উহা সংপৃক্ত হয় এবং তরল গ্লিসারাইড অর্ধ কঠিন বা কঠিন গ্লিসারাইডে পরিণত

হয়। এই পদ্ধতিকে হাইড্রোজেনেসন বলে। এই প্রণালীতে উদ্ভিজ্জ ঘি, বনস্পতি প্রভৃতি তৈয়ারী করা হয়।

(c) খনিজ তৈল - পেট্রোল, কেরোসিন ইত্যাদি খনিজ তৈল। ইহা সাধারণতঃ কতকগুলি হাইড্রোকার্বনের মিশ্রণ। অ্যাসিড বা ক্ষারীয় দ্রবণ দ্বারা উদ্ভিজ্জ তৈল আর্দ্র বিশ্লেষিত হইয়া গ্লিসারল ও জৈব অ্যাসিডে পরিণত হয়। কিন্তু খনিজ তৈল ইহাদের সহিত বিক্রিয়া করে না।

Q. 296. What are ordinary soaps ? [H. S. 1963 (Comp.), 1964 (Comp.), '66 (Comp.)] **How are they prepared ?** [H. S. 1963 (Comp.), '66, '68] **What by-product is obtained during the preparation of soap ?**

[সাধারণ সাবান কি ? কিরূপে উহা প্রস্তুত করা হয় ? সাবান প্রস্তুতির সময়ে উপজাত হিসাবে কি পাওয়া যায় ?]

Ans. সাবান—গুরুভারবিশিষ্ট জৈব অ্যাসিড যথা, পামিটিক, ষ্টীয়ারিক, ওলিক অ্যাসিড ইত্যাদির সোডিয়াম ও পটাসিয়াম লবণকে সাধারণ সাবান বলে।

প্রস্তুতি—তৈল ও চর্বিগুলিকে কষ্টিক সোডা বা পটাস দ্রবণের সাহায্যে আর্দ্র-বিশ্লেষিত করিলে গ্লিসারল ও সাবান পাওয়া যায়। সোডিয়াম সাবানগুলি শক্ত ও পটাসিয়াম সাবানগুলি নরম হয়।

গ্লিসারাইড (চর্বি ও তৈল) + $NaOH$ = গ্লিসারল + সাবান (পূর্ণ সমীকরণের জন্য 295 নং প্রশ্নোত্তর দেখ।)

একটি ট্যাংকে গলিত চর্বি ও তৈল লইয়া উপযুক্ত পরিমাণ কষ্টিক সোডা দ্রবণ (20%) মিশ্রিত করিয়া ষ্টীমের সাহায্যে মিশ্রণটি উত্তপ্ত করা হয়। কয়েক ঘণ্টা পরে জৈব অ্যাসিডগুলির সোডিয়াম লবণ (অর্থাৎ সাবান), গ্লিসারল ও জলের একটি ফেনাযুক্ত মিশ্রণ উৎপন্ন হয়। মিশ্রণে সাধারণ লবণ যোগ করিলে সাবানগুলি পৃথক হইয়া পড়ে এবং উহাদের অপসারিত করা হয়। সাবানগুলি জলের সহিত ফুটাইয়া মিশ্রিত কষ্টিক সোডা দ্রবীভূত করিয়া সাবান হইতে পৃথক করা হয়। অতঃপর ইহাকে শুষ্ক করিয়া ইহাতে প্রয়োজনীয় রং ও সুগন্ধি মিশান হয়।

সাবান পৃথক হইবার পর যে জলীয় দ্রবণ অবশিষ্ট থাকে তাহাকে spent lye বলে। ইহা গ্লিসারলের লঘু জলীয় দ্রবণ (5—8% গ্লিসারল) এবং ইহাতে অব্যবহৃত ক্ষার এবং সাধারণ লবণ মিশ্রিত থাকে। Spent lye হইতে গ্লিসারল প্রস্তুত করা হয়।

Q. 297. What are carbohydrates? How are they classified? Name some carbohydrates of each class.

[কার্বোহাইড্রেট কাহাকে বলে? কিরূপে উহাদের শ্রেণীবিভাগ করা হয়? প্রতি শ্রেণীর কয়েকটি কার্বোহাইড্রেটের নাম কর।]

Ans. কার্বোহাইড্রেটস্—কার্বন, হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন লইয়া গঠিত এক প্রকার প্রাকৃতিক যৌগকে কার্বোহাইড্রেট নামে অভিহিত করা হয়। ইহাতে হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন সাধারণতঃ (সর্বদা নহে) 2 : 1 অনুপাতে থাকে। কার্বোহাইড্রেটগুলি একাধিক সংখ্যক—OH মূলকযুক্ত (poly-hydroxy) অ্যালডিহাইড বা কিটোন অথবা এমন যৌগ যাহার আর্দ্র বিশ্লেষণের ফলে একাধিক সংখ্যক OH মূলকযুক্ত অ্যালডিহাইড বা কিটোন উৎপন্ন হয়। গ্লুকোজ, সুক্রোজ, স্টার্চ, সেলুলোজ ইত্যাদি কার্বোহাইড্রেটের উদাহরণ।

শ্রেণীবিভাগ—ভৌত ধর্মানুযায়ী ইহাদের তিন শ্রেণীতে বিভক্ত করা হয়। (i) শর্করা (Sugars)—স্ফটিকাকার পদার্থ, জলে দ্রাব্য এবং মিষ্টি স্বাদযুক্ত; যথা—গ্লুকোজ, সুক্রোজ। (ii) শ্বেতসার (Starches)—চাউল, গম, বার্লি ইত্যাদি। (iii) সেলুলোজ (Celluloses)—তুলা, পাট, খড়, কাঠ ইত্যাদি। স্টার্চ ও সেলুলোজগুলি অনিয়তাকার পদার্থ, স্বাদহীন ও জলে অদ্রাব্য।

কার্বন পরমাণুর সংখ্যা ও আর্দ্র বিশ্লেষণে উহাদের ব্যবহার অনুযায়ী ইহাদের নিম্নলিখিত শ্রেণীতে বিভক্ত করা হয়—

(i) মনোস্যাকারাইডস—ইহা সরলতম কার্বোহাইড্রেট। ইহার অণুতে নয়টির বেশী কার্বন পরমাণু থাকে না। ইহা আর্দ্র বিশ্লেষিত হয় না; যথা—গ্লুকোজ ($C_6H_{12}O_6$) একটি মনোস্যাকারাইড।

(ii) ডাই-স্যাকারাইডস—ইহাতে 12 কিংবা 18টি কার্বন পরমাণু থাকে। আর্দ্র-বিশ্লেষণের ফলে দুইটি মনোস্যাকারাইড অণু পাওয়া যায়; যথা—সুক্রোজ ($C_{12}H_{22}O_{11}$) একটি ডাই-স্যাকারাইড।

(iii) পলিস্যাকারাইডস—বহু সংখ্যক কার্বন পরমাণু লইয়া ইহা গঠিত; কার্বন পরমাণুর সংখ্যা অনির্দিষ্ট। সাধারণ সংকেত $(C_6H_{10}O_5)n$। আর্দ্র বিশ্লেষণে শেষ পর্যন্ত বহু সংখ্যক মনোস্যাকারাইড অণু পাওয়া যায়। স্টার্চ, সেলুলোজ, গ্লাইকোজেন ইত্যাদি এক শ্রেণীর।

Q. 298. Write briefly what you know about the following substances — (a) glucose [H. S. 1963 (Comp.), '65 (Comp.)] (b) sucrose or canesugar [H. S. 1963 (Comp.), '65 (Comp.)] (c) starch.

[নিম্নলিখিত দ্রব্যগুলি সম্বন্ধে যাহা জান সংক্ষেপে লিখ—গ্লুকোজ, সুক্রোজ বা ইক্ষু-শর্করা, স্টার্চ।]

Ans. **গ্লুকোজ বা দ্রাক্ষাচিনি** (Glucose, $C_6H_{12}O_6$)—গ্লুকোজ বর্ণহীন, মিষ্টি, কেলাসিত কঠিন পদার্থ, জলে দ্রবণীয়। পাকা আঙুরে 20-30% গ্লুকোজ থাকে। উহা ব্যতীত অধিকাংশ পাকা ফলে, ফুলের মধুতে ও মধু-চাকে গ্লুকোজ আছে। জীবদেহে স্টার্চ ও সেলুলোজের বিশ্লেষণের ফলে গ্লুকোজ উৎপন্ন হয়।

গ্লুকোজ একটি মনো-স্যাকারাইড। ইহার অণুতে পাঁচটি অ্যালকোহলিক $-OH$ মূলক এবং একটি $-CHO$ মূলক আছে। সুতরাং ইহাতে অ্যালকোহল ও অ্যালডিহাইড উভয়েরই ধর্ম দেখা যায়। ইস্ট দ্বারা সন্ধিত হইয়া ইহা ইথাইল অ্যালকোহল ও কার্বন ডাই-অক্সাইড উৎপন্ন করে। ইহা একটি বিজারক দ্রব্য।

স্টার্চকে লঘু H_2SO_4 দ্বারা অধিক তাপে ফুটাইলে উহা গ্লুকোজে পরিণত হয়। অতিরিক্ত অ্যাসিডকে খড়িমাটির সাহায্যে প্রশমিত করিলে অদ্রাব্য $CaSO_4$ অধঃক্ষিপ্ত হয়। ফিলটার করিয়া $CaSO_4$ পৃথক করা হয়। পরিস্রুতকে প্রাণিজ কয়লার স্তরের মধ্য দিয়া প্রবাহিত করিয়া বিবর্ণ করা হয়। বর্ণহীন দ্রবণ কম চাপে গাঢ় করা হয় এবং শীতল করিয়া কেলাসিত করা হয়।

খাদ্যদ্রব্যের মিষ্টিস্বাদ করিতে, আচার ও ফল সংরক্ষণে, আয়নায় রূপার প্রলেপ দিতে, ইন্‌জেকশনরূপে এবং মদ প্রস্তুত করিতে গ্লুকোজ ব্যবহৃত হয়।

সুক্রোজ বা ইক্ষু-শর্করা (Sucrose or Cane-sugar, $C_{12}H_{22}O_{11}$)—সুক্রোজ বর্ণহীন, মিষ্টি, কেলাসিত কঠিন পদার্থ, জলে দ্রবণীয়। ইহা একটি ডাই-স্যাকারাইড। ইক্ষুর মধ্যে 12—19% এই শর্করা থাকে; বীটের শর্করাও একই পদার্থ। অনেক তালজাতীয় ফলে এবং আনারসে এই শর্করা থাকে।

ইহাকে 200°C-এ উত্তপ্ত করিলে খানিকটা জল উদ্বায়িত হইয়া যায় এবং আঠালো চিনি বা ক্যারামেল উৎপন্ন হয়। ইহার সাহায্যে লজেন্স, মিশ্রি তৈয়ারী করা হয়। গাঢ় H_2SO_4-এর বিক্রিয়ায় ইহা বিশ্লিষ্ট হইয়া কার্বনে পরিণত হয়। গাঢ় HNO_3-

এর বিক্রিয়ায় ইহা অক্সালিক অ্যাসিডে পরিণত হয়। লঘু অ্যাসিডের সাহায্যে আর্দ্র-বিশ্লেষিত করিলে এক অণু গ্লুকোজ ও এক অণু ফ্রুক্টোজে পরিণত হয়। ইহার কোন বিজারণ ক্রিয়া নাই।

ছোট ছোট আখের টুক্‌রা যন্ত্রের চাপে পিষিয়া উহা হইতে রস বাহির করিয়া ফিলটার করা হয়। পরিস্রুত রসকে চুনের সহিত মিশাইয়া ফুটাইবার পর উহাতে কার্বন ডাই-অক্সাইড প্রবাহিত করা হয়। বিক্রিয়ায় অপদ্রব্যগুলি অধঃক্ষিপ্ত হয় এবং ফিলটার করিয়া উহা পৃথক করা হয়। পরিস্রুত-রসের মধ্য দিয়া SO_2 গ্যাস প্রবাহিত করিয়া উহাকে বিবর্ণ করা হয়। অতঃপর রসকে কম চাপে গাঢ় করিয়া ধীরে ধীরে শীতল করিলে চিনির স্ফটিক পৃথক হইয়া পড়ে। যন্ত্রের সাহায্যে স্ফটিক-গুলি শেষ-দ্রবণ হইতে পৃথক করা হয়।

খাদ্য হিসাবে এবং মিষ্টি স্বাদযুক্ত খাদ্যদ্রব্যাদি প্রস্তুতিতে ইহা ব্যবহৃত হয়।

স্টার্চ বা শ্বেতসার [Starch, $(C_6H_{10}O_5)_n$]—স্টার্চ স্বাদহীন, গন্ধহীন অনিয়তাকার কঠিন পদার্থ, শীতল জলে অদ্রবণীয়। ইহা পলিস্যাকারাইড শ্রেণীর অন্তর্ভুক্ত। উদ্ভিদের বিভিন্ন অংশে, বীজ, মূল ও স্ফীতকাণ্ডে, খাদ্যদ্রব্যের মধ্যে চাউল, ভুট্টা, আলু ও বার্লি ইত্যাদিতে স্টার্চ থাকে।

স্টার্চকে জলে ফুটাইয়া শীতল করিলে স্টার্চের লেই (starch paste) উৎপন্ন হয়। ইহা ধোলাই কাপড় শক্ত করিতে, কাগজ মসৃণ করিতে এবং আঠারূপে ব্যবহৃত হয়। শীতল জলে স্টার্চের লেই প্রস্তুত করিয়া উহাকে ফুটন্ত জলের মধ্যে ঢালিলে স্টার্চ দ্রবণ উৎপন্ন হয়। আয়োডিনের সহিত ইহা গাঢ় নীল দ্রবণ উৎপন্ন করে। লঘু অ্যাসিডে উত্তপ্ত করিলে ইহা শেষ পর্যন্ত গ্লুকোজে পরিণত হয়।

স্টার্চযুক্ত দ্রব্যগুলি পিষিয়া সূক্ষ্ম চূর্ণে পরিণত করিলে উহাদের কোষ-প্রাচীর ভাঙ্গিয়া যায় এবং স্টার্চদানা বাহির হইয়া পড়ে। অতঃপর জলের সহিত মিশাইয়া ছাকনিতে ছাকিয়া স্টার্চদানা পৃথক করা হয়।

খাদ্যদ্রব্যরূপে ইহার ব্যবহার সর্বাধিক ; যথা—চাউল, ভুট্টা, গম, আলু ইত্যাদি। অ্যালকোহল ও গ্লুকোজ প্রস্তুতিতে প্রচুর পরিমাণে ইহা ব্যবহৃত হয়।

Q. 299. Write briefly what you know about cellulose, indicating its importance in arts and industries.

[সেলুলোজ সম্বন্ধে যাহা জান সংক্ষেপে বর্ণনা কর। কলা ও শিল্পে ইহার গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা উল্লেখ কর।]

Ans. সেলুলোজ [$(C_6H_{10}O_5)n$]—জৈব পদার্থের মধ্যে সেলুলোজ সর্বাপেক্ষা প্রচুর পরিমাণে পাওয়া যায়। উহা উদ্ভিদের দেহকোষের প্রধান উপাদান। উদ্ভিদ্ কার্বন ডাই-অক্সাইড ও জলের সাহায্যে সেলুলোজ উৎপন্ন করে। ইহার মধ্যে তুলা প্রায় বিশুদ্ধ সেলুলোজ (90%)। অন্যান্য পদার্থে সেলুলোজের সহিত লিগ্‌নিন, রজন, গাম ইত্যাদি পদার্থ মিশ্রিত থাকে। লিগ্‌নিন ইত্যাদি অপদ্রব্যগুলি পৃথক করিবার জন্য কাঠ, বাঁশ খড় ইত্যাদি পদার্থগুলি কষ্টিক সোডা দ্রবণের সহিত চাপে উত্তপ্ত করা হয়। লিগ্‌নিন, রজন, আঠাজাতীয় পদার্থ দ্রবীভূত হয়—সেলুলোজ অদ্রাব্য অবস্থায় থাকে। ইহাকে অতঃপর সোডিয়াম হাইপোক্লোরাইট দ্বারা বিরঞ্জিত (bleached) করা হয়। উৎপন্ন সেলুলোজ 'পাল্প' (pulp) রূপে পাওয়া যায়।

সেলুলোজ কঠিন পদার্থ, জলে অদ্রবণীয় ও গুরু আণবিক ভর-বিশিষ্ট পলিস্যাকারাইড শ্রেণীর অন্তর্ভুক্ত। অ্যামোনিয়াযুক্ত কিউপ্রিক হাইড্রক্সাইড দ্রবণে ইহা দ্রাব্য। শীতল ও লঘু অ্যাসিড ও ক্ষার-দ্রবণে এবং অনেক রাসায়নিক বিকারকে ইহা অপরিবর্তিত থাকে। উত্তপ্ত লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড ইহাকে শেষ পর্যন্ত কতকগুলি গ্লুকোজ অণুতে পরিণত করে।

বর্তমান সভ্যতায় কলা ও শিল্পে সেলুলোজের দান অনেক। মানুষের ব্যবহৃত বস্ত্রাদি এবং শিক্ষাবিস্তারের অত্যাবশ্যকীয় অঙ্গ কাগজ সেলুলোজ হইতে পাওয়া যায়। ইহা ব্যতীত প্লাস্টিক শিল্প ও কৃত্রিম রেশম শিল্প ইহার জন্যই গড়িয়া উঠিয়াছে। সেলুলোজ হইতে উৎপন্ন কয়েকটি প্রয়োজনীয় পদার্থ সম্বন্ধে নিম্নে আলোচনা করা হইল।

পাল্পকে গরম রোলারের মধ্যে চাপিয়া ব্লটিং কাগজ তৈয়ারী করা হয়। পাল্পের সহিত অ্যালাম, রজন, চায়না-ক্লে ইত্যাদি পদার্থ (sizing material) মিশাইয়া কাগজ মসৃণ করা হয়। ইহাতে কাগজ কালি চুষিয়া নেয় না। সেলুলোজকে 80% H_2SO_4-এ ডুবাইয়া জল ও অ্যামোনিয়া দ্বারা ধৌত করিলে মসৃণ পার্চমেণ্ট (parchment) কাগজ পাওয়া যায়। তুলার আঁশকে 20% কষ্টিক সোডা দ্রবণে

ফুটাইলে আঁশগুলি রেশমের মত চকচকে হয়—ইহাকে মারসিরাইজড (mercirised) তুলা বলে। গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিড ও সালফিউরিক অ্যাসিডের বিক্রিয়ায় সেলুলোজ নাইট্রেট বা নাইট্রোসেলুলোজ উৎপন্ন হয়। অধিক সংখ্যক নাইট্রোমূলকযুক্ত যৌগ গান কটন (gun cotton) নামে পরিচিত—ইহার সাহায্যে করডাইট, ব্লাস্টিং জেলাটিন ইত্যাদি বিস্ফোরক পদার্থ প্রস্তুত করা হয়। অল্পসংখ্যক নাইট্রোমূলকযুক্ত যৌগকে পাইরোক্সিলিন (pyroxyline) বলে। ইহাকে অ্যালকোহল ও ইথারের মিশ্রণে দ্রবীভূত করিলে কলোডিয়ন collodion) পাওয়া যায়। ইহা ফটোগ্রাফীতে, ঔষধে ও কৃত্রিম শিল্প প্রস্তুতিতে ব্যবহৃত হয়। কর্পূর ও অ্যালকোহলের সহিত মিশাইয়া চাপে উত্তপ্ত করিলে পাইরোক্সিলিন সেলুলয়েড (celluloid)-এ পরিণত হয়। ইহা শক্ত ও স্বচ্ছ পদার্থ; গরম অবস্থায় ছাঁচে ঢালা যায়। ইহার সাহায্যে চিরুনি, ছুরির হাতা, কৃত্রিম হাতীর দাঁত ও কচ্ছপের খোল প্রস্তুত করা হয়। সেলুলোজ (তুলা, কাঠ) হইতে কৃত্রিম রেশম প্রস্তুত করা হয়। Wood-pulp-কে কষ্টিক সোডা ও কার্বন ডাই-সালফাইডে দ্রবীভূত করিলে একটি হলুদ বর্ণের সান্দ্র (viscous) পদার্থ উৎপন্ন হয়। ইহাকে লঘু কষ্টিক সোডায় দ্রবীভূত করিয়া দ্রবণকে খুব সূক্ষ্ম ছিদ্রের মধ্য দিয়া লঘু সালফিউরিক অ্যাসিডের গাহে (acid bath) নিক্ষেপ করিলে সূক্ষ্ম চকচকে সুতার আকারে ইহা বাহির হয়। ইহাই রেয়ন বা কৃত্রিম রেশম (viscous rayon)। এই সান্দ্র দ্রবণ হইতে সেলোফেন (cellophane) কাগজ তৈয়ারী করা হয়। কাগজ মুড়িবার জন্য ইহা ব্যবহৃত হয়। আরেক প্রণালীতে সেলুলোজকে অ্যাসিটেট যৌগে পরিণত করিয়া উহা অ্যাসিটোনে দ্রবীভূত করা হয়। দ্রবণ সূক্ষ্ম ছিদ্রের মধ্য দিয়া গরম প্রকোষ্ঠে নিক্ষেপ করিলে অ্যাসিটোন বাষ্পীভূত হয় এবং কৃত্রিম রেশম (acetate rayon) উৎপন্ন হয়। সেলুলোজ অ্যাসিটেট হইতে অভঙ্গুর কাচ ও প্লাস্টিক নির্মিত হয়। সেলুলোজ হইতে, ল্যাকার, বার্নিশ, অক্সালিক অ্যাসিড, গ্লুকোজ, ইথাইল অ্যালকোহল ইত্যাদি প্রস্তুত করা হয়।

Q. 300. What are the products of fractional distillation of coal-tar? [H. S. 1969 (Comp.)]

[কোল-টার বা আলকাতরার আংশিক পাতনের দ্বারা কি কি পদার্থ পাওয়া যায়?]

Ans. কয়লার অন্তর্ধূম পাতনের ফলে যে সকল পদার্থ পাওয়া যায় তাহাদের মধ্যে কোল-টার (আলকাতরা) অন্যতম। ইহা দুর্গন্ধযুক্ত কালো তৈলাক্ত পদার্থ। কোল-টারকে সামান্য উত্তপ্ত করিয়া প্রথমে জল দূর করা হয়। অতঃপর লৌহ রিটর্টে পাতিত করিয়া বিভিন্ন তাপমাত্রায় বিভিন্ন পদার্থ পৃথক পৃথক গ্রাহকে সংগ্রহ করা হয়। পাতনের বিভিন্ন অংশের নাম ও যে তাপমাত্রায় ঐ অংশ সংগৃহীত হয় তাহা নিম্নে উল্লেখ করা হইল। বন্ধনীর মধ্যে প্রত্যেক অংশের আনুমানিক শতকরা ভাগ দেওয়া হইয়াছে।

পাতিত অংশের নাম	তাপমাত্রা	প্রধান উপাদান
(i) লাইট্ অয়েল বা ক্রুড ন্যাপ্থা (7-8%)	170°C পর্যন্ত	(i) বেনজিন ও সমগোত্রীয় হাইড্রোকার্বন—যথা, টলুয়িন জাইলিন।
(ii) মিড্ল অয়েল বা কার্বলিক অয়েল (8-10%)	170°C-230°C	(ii) ফিনোল ও ন্যাপ্থালিন।
(iii) হেভী অয়েল বা ক্রেসোট অয়েল (8-10%)	230°C-270°C	(iii) ক্রেসোল
(iv) অ্যানথ্রাসিন অয়েল বা গ্রীন অয়েল (16-20%)	270°C-360°C	(iv) অ্যানথ্রাসিন, কার্বাজোল, ও ফিনানথ্রিন
(v) পিচ্ (রিটর্টে অবশেষ) ; (50-60%)		(v) কার্বন

Q. 301. (a) What is benzene? How is benzene obtained on a large scale?

[H. S. 1963 (Comp.), '64, '66 (Comp.), '69 (Comp.), '70]

(b) What are the peculiarities of benzene and its homologues? [H. S. (Comp.). 1962 ; 1964, '68 (Comp.)]

[(a) বেনজিন কি ? বেনজিনের শিল্প-প্রস্তুতি কিরূপে করা হয় ?

(b) বেনজিন এবং উহার সমগণের বৈশিষ্ট্য কি ?]

Ans (a) বেনজিন একটি অ্যারোমেটিক হাইড্রোকার্বন, সংকেত C_6H_6। ইহা বর্ণহীন, জল অপেক্ষা হাল্‌কা ও বিশিষ্ট গন্ধযুক্ত তরল পদার্থ। ইহার স্ফুটনাংক 80°C।

প্রস্তুতি—কয়লার অন্তর্ধূম পাতন প্রক্রিয়ায় যে আলকাতরা (coal-tar) পাওয়া যায় তাহা হইতে বেনজিন প্রস্তুত করা হয়। আলকাতরার আংশিক পাতন দ্বারা 170°C তাপমাত্রায় যে পাতিত দ্রব্য সংগৃহীত করা হয় তাহাকে লঘু তেল (light oil) বলে। ইহার মধ্যে বেনজিন এবং সমগোত্রীয় টলুয়িন, জাইলিন ইত্যাদি পদার্থ থাকে। অবিশুদ্ধ লঘু তেলকে পাতিত করিয়া 70°C তাপমাত্রার উর্ধ্বে যে পাতিত দ্রব্য পাওয়া যায় তাহা সংগ্রহ করা হয়। এই তরল পদার্থকে প্রথমে সালফিউরিক অ্যাসিড দ্বারা ধৌত করিয়া ক্ষারকীয় অপদ্রব্যগুলি অপসারিত করা হয় এবং পরে জল দ্বারা ধৌত করা হয়। অতঃপর ইহাকে কষ্টিক সোডা দ্রবণ দ্বারা ধৌত করিয়া অ্যাসিডধর্মী অপদ্রব্য দূর করা হয়। তারপর বারংবার জল দ্বারা ধৌত করা হয়। এই তরল পদার্থকে আংশিক পাতন করিয়া 80°C—100°C তাপমাত্রায় পাতিত দ্রব্য সংগ্রহ করা হয়। ইহাতে শতকরা প্রায় 70 ভাগ বেনজিন, 24 ভাগ টলুয়িন এবং বাকি সামান্য জাইলিন থাকে। পুনরায় আংশিক পাতনের সাহায্যে ইহা হইতে 80°C—81°C তাপমাত্রায় বেনজিন সংগ্রহ করা হয়। অতঃপর পুনঃপাতনের সাহায্যে ইহাকে বিশুদ্ধ করা হয়।

(b) বেনজিনের বৈশিষ্ট্য : উহার ধর্ম ও বিক্রিয়া—বেনজিনের সংকেত C_6H_6। (i) বেনজিনে কার্বনের শতকরা মাত্রা সম-সংখ্যক কার্বন পরমাণুযুক্ত অনুরূপ অ্যালিফেটিক হাইড্রোকার্বনের শতকরা মাত্রা অপেক্ষা বেশী। ইহা ধোঁয়াযুক্ত শিখায় জ্বলে।

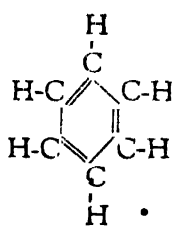
(ii) সূর্যালোকে বেনজিন ক্লোরিনের সহিত যুক্ত-যৌগ গঠন করে। সর্বাধিক ছয়টি ক্লোরিন পরমাণু এক অণু বেনজিনের সহিত যুক্ত হইতে পারে। $C_6H_6+3Cl_2=C_6H_6Cl_6$ (বেনজিন হেক্সাক্লোরাইড)। (iii) হাইড্রোজেন গ্যাস ও বেনজিন-বাষ্প উত্তপ্ত বিচূর্ণ নিকেলের উপর প্রবাহিত করিলে বেনজিনের সহিত সর্বাধিক ছয়টি হাইড্রোজেন পরমাণু যুক্ত হইয়া হেক্সা হাইড্রো-বেনজিন উৎপন্ন হয়। $C_6H_6+3H_2=C_6H_{12}$। (iv) বেনজিন ওজোনের সহিত ট্রাই-ওজোনাইড গঠন করে। $C_6H_6+3O_3=C_6H_6O_9$।

এই বিক্রিয়াগুলি প্রমাণ করে যে বেনজিন একটি অসংপৃক্ত হাইড্রোকার্বন এবং ইহার অণুতে তিনটি দ্বি-বন্ধ আছে।

(v) বেনজিন তিনটি দ্বি-বন্ধযুক্ত অসংপৃক্ত হাইড্রোকার্বন হওয়া সত্ত্বেও, অসংপৃক্ত হাইড্রোকার্বনের ন্যায় সাধারণ তাপমাত্রায় ইহা ক্ষারীয় $KMnO_4$ দ্রবণ বা ব্রোমিন-জল বর্ণহীন করে না। অর্থাৎ বেনজিন ইহাদের দ্বারা জারিত হয় না। (vi) HCl বা HBr-এর সহিত বেনজিন, অসংপৃক্ত হাইড্রোকার্বনের ন্যায় কোন যুত-যৌগ গঠন করে না। (vii) অপরপক্ষে, সংপৃক্ত হাইড্রোকার্বনের ন্যায় বেনজিন প্রতিস্থাপন ক্রিয়ায় অংশ গ্রহণ করে। আয়রনের উপস্থিতিতে শীতল অবস্থায় বেনজিনের হাইড্রোজেন পরমাণুগুলি ক্লোরিন দ্বারা একে একে প্রতিস্থাপিত হয়। $C_6H_6 + Cl_2 = C_6H_5Cl$ (মনোক্লোরো বেনজিন) $+ HCl$; $C_6H_5Cl + Cl_2 = C_6H_4Cl_2$ (ডাই-ক্লোরো বেনজিন) $+ HCl$; $C_6H_4Cl_2 + Cl_2 = C_6H_3Cl_3 + HCl$ ইত্যাদি।

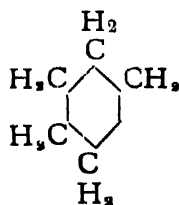
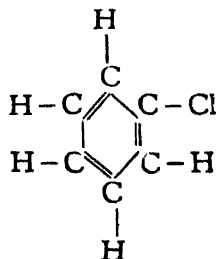
অতএব বুঝা যায় যে, বেনজিন অণুতে তিনটি দ্বি-বন্ধ আছে কিন্তু এই দ্বি-বন্ধের প্রকৃতি অ্যালিফেটিক বা মুক্ত সারবন্দী যৌগের দ্বি-বন্ধের প্রকৃতি হইতে ভিন্ন। দ্বি-বন্ধের প্রকৃতির এই পার্থক্যের জন্য বেনজিন-জাত যৌগগুলির মধ্যে কতকগুলি বিশেষ ধর্ম দেখা যায়, যাহা মুক্ত সারবন্দী যৌগসমূহের মধ্যে দেখা যায় না। বেনজিনের নিম্নলিখিত প্রতিস্থাপন-ক্রিয়াগুলি বৈশিষ্ট্যপূর্ণ। (viii) গাঢ় নাইট্রিক ও সালফিউরিক অ্যাসিডের বিক্রিয়ায় বেনজিনের হাইড্রোজেন পরমাণু NO_2 মূলক দ্বারা প্রতিস্থাপিত হইয়া নাইট্রো-বেনজিন উৎপন্ন করে। এই জাতীয় বিক্রিয়াকে নাইট্রেশন (nitration) বলে। $C_6H_6 + HO.NO_2 = C_6H_5NO_2 + H_2O$ (ix) উত্তপ্ত ও গাঢ় H_2SO_4-এ ইহা দ্রবীভূত হয় এবং হাইড্রোজেন পরমাণু SO_3H মূলক দ্বারা প্রতিস্থাপিত হইয়া বেনজিন সালফোনিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়। এই জাতীয় বিক্রিয়াকে সালফোনেশন (sulphonation) বলে। $C_6H_6 + HO.SO_3H = C_6H_5.SO_3H + H_2O$ (x) অনার্দ্র অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইডের উপস্থিতিতে অ্যালকিল হ্যালাইডের বিক্রিয়ায় হাইড্রোজেন পরমাণু অ্যালকিলমূলক দ্বারা প্রতিস্থাপিত হইয়া বেনজিনের সমগোষ্ঠী উৎপন্ন হয়। $C_6H_6 + CH_3Cl = C_6H_5CH_3$ (টলুয়িন) $+ HCl$। এই বিক্রিয়াকে Friedel-Crafts reaction বলে।

আরও দেখা গিয়াছে যে বেনজিনের ছয়টি হাইড্রোজেন পরমাণু সমতুল্য (equivalent)। ছয়টির যে-কোন একটি H পরমাণু কোন এক-যোজী পরমাণু বা মূলক দ্বারা প্রতিস্থাপিত হইলে একই যৌগ উৎপন্ন হয়; দুইটি H পরমাণু ঐরূপে প্রতিস্থাপিত হইলে তিনটি বিভিন্ন যৌগ উৎপন্ন হয়।

বেনজিনের এই সমস্ত ধর্ম হইতে বুঝা যায় যে, অন্যান্য হাইড্রোকার্বনের সহিত বেনজিনের আণবিক গঠনে যথেষ্ট পার্থক্য আছে। কেকুলি (Kekule) সর্বপ্রথম কল্পনা করিলেন যে বেনজিন মুক্ত সারবন্দী যৌগ হইতে পারে না—ইহা বৃত্তাকার বা যুক্ত সারবন্দী যৌগ। কেকুলির মতানুসারে বেনজিনের ছয়টি কার্বন পরমাণু পরস্পরের সহিত যুক্ত হইয়া একটি সুষম ষড়ভুজের সৃষ্টি করে। প্রতিটি কার্বন পরমাণুর সহিত একটি করিয়া হাইড্রোজেন পরমাণু যুক্ত থাকে এবং প্রতিটি কার্বন পরমাণু উহার পার্শ্ববর্তী কার্বন পরমাণু দু'টির একটির সহিত এক-বন্ধ দ্বারা ও অপরটির সহিত দ্বি-বন্ধ দ্বারা সংযুক্ত থাকে। এই ষড়ভুজকে বেনজিন রিং বা বেনজিন নিউক্লিয়াস বলা হয়।

```
        H
        |
        C
   H-C//  \C-H
     |     ||
   H-C\\  /C-H
        C
        |
        H
```

বেনজিন

বেনজিন অণুতে তিনটি দ্বি-বন্ধ থাকা সত্ত্বেও ইহা খুব স্থায়ী প্রকৃতির যৌগ। এই ষড়ভুজকে ভাঙ্গিয়া ফেলা শক্ত। অবস্থাবিশেষে বিভিন্ন পরমাণু বা মূলক দ্বি-বন্ধে যুক্ত হইয়া যুত-যৌগ গঠিত হয়; যথা—হেক্সা-হাইড্রোবেনজিন (C_6H_{12})। অথবা বেনজিন-রিং-এর হাইড্রোজেন পরমাণু প্রতিস্থাপিত হইয়া নানাপ্রকার পদার্থ উৎপন্ন হয়; যথা—মনো ক্লোরো-বেনজিন (C_6H_5Cl)।

```
        H2                          H
        C                           |
  H2C /   \ CH2                     C
     |     |                 H-C //   \ C-Cl
  H2C \   / CH2                 |       ||
        C                    H-C \\   / C-H
        H2                          C
                                    |
                                    H
```

হেক্সাহাইড্রো-বেনজিন (যুত যৌগ) মনোক্লোরো-বেনজিন (প্রতিস্থাপিত যৌগ)

বেনজিন অণুর একটি বা একাধিক হাইড্রোজেন পরমাণু অ্যালকিল মূলকের দ্বারা প্রতিস্থাপিত হইয়া যে সমস্ত হাইড্রোকার্বন উৎপন্ন হয় তাহারা বেনজিনের সমগণ, যথা—$C_6H_5CH_3$—মনো-মিথাইল বেনজিন বা টলুয়িন ;

ইথাইল বেনজিন $C_6H_5C_2H_5$; ডাই-মিথাইল বেনজিন বা জাইলিন $C_6H_4(CH_3)_2$ । টলুয়িন, ইথাইল বেনজিন, জাইলিন ইত্যাদি বেনজিনের সমগণ।

CH
HC C.CH₃
HC CH
CH

টলুয়িন

CH
HC C.C₂H₅
CH CH
CH

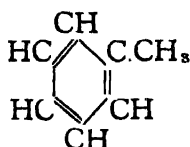
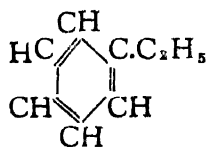
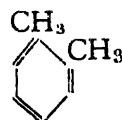
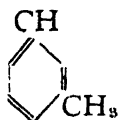
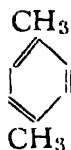
ইথাইল বেনজিন

CH₃
CH₃

অর্থো-জাইলিন

CH
CH₃

মেটা-জাইলিন

CH₃
CH₃

প্যারা-জাইলিন

এই জাতীয় যৌগের দুইটি অংশ থাকে। একটি বেনজিন রিং বা বেনজিন-নিউক্লিয়াস এবং অপরটি বেনজিন রিং-এর সহিত যুক্ত অ্যালকিল মূলক (বা অ্যালিফেটিক অংশ) বা side-chain'। এই শ্রেণীর যৌগে বেনজিন রিং-এর অবশিষ্ট হাইড্রোজেন পরমাণু কিংবা $-CH_3$ মূলকের বা 'side-chain'-এর হাইড্রোজেন পরমাণু কোন এক-যোজী পরমাণু বা মূলক দ্বারা প্রতিস্থাপিত হইয়া দুই প্রকার যৌগ উৎপন্ন করে। যথা $C_6H_4Cl.CH_3$, $C_6H_5CH_2Cl$। এই দুই প্রকার যৌগের মধ্যে ধর্মের অনেক পার্থক্য দেখা যায়, যদিও উভয়ই বেনজিন-জাতক।

Q. 302. Name some derivatives of benzene and some dyes, antiseptics, medicinals prepared from them. Preparations of these derivatives are not required.

[কয়েকটি বেনজিন-জাতক এবং উহা হইতে প্রস্তুত কয়েকটি রঙ, বীজবারক ও ঔষধের নাম কর। ইহাদের প্রস্তুতি লিখিবার প্রয়োজন নাই।]

Ans. বেনজিনের হাইড্রোজেন প্রতিস্থাপিত করিয়া নানারকম যৌগিক পদার্থ

প্রস্তুত করা হয়। ইহাদিগকে বেনজিন-জাতক (benzene derivatives) বলে। নানাপ্রকার রঙ, বীজবারক ও ঔষধ প্রভৃতি এই সকল বেনজিন-জাতকের সাহায্যে প্রস্তুত করা হয়। কয়েকটি বেনজিন-জাতকের নাম করা হইল। ক্লোরো-বেনজিন (C_6H_5Cl): ইহা D.D.T. ও ফিনোল প্রস্তুতিতে ব্যবহৃত হয়। ড্রাই-ক্লোরো-বেনজিন ($C_6H_4Cl_2$) : ইহা কীটাণুনাশক। বেনজিন হেক্সাক্লোরাইড ($C_6H_6Cl_6$) একটি শক্তিশালী কীটাণুনাশক। ফিনোল (C_6H_5OH): জীবাণুনাশক ও বীজবারক হিসাবে এবং ফিনল্‌থ্যালিন প্রস্তুতিতে ব্যবহৃত হয়। রিসরসিনোল [$C_6H_4(OH)_2$] : ইহা ফ্লুরোসিন, ইয়োসিন ইত্যাদি রঞ্জন দ্রব্য প্রস্তুতে ব্যবহৃত হয়। নাইট্রো-বেনজিন ($C_6H_5NO_2$): ইহা অ্যানিলিন ($C_6H_5NH_2$) প্রস্তুত করিতে ব্যবহৃত হয়। এই অ্যানিলিন এবং অ্যানিলিন উদ্ভুত যৌগ হইতে মিথাইল অরেঞ্জ, মিথাইল রেড ইত্যাদি পদার্থ প্রস্তুত করা হয়। অ্যানিলিন ও টলুইডিন ($C_6H_4 CH_3.NH_2$) হইতে ম্যাজেণ্টা রঙ তৈয়ারী করা হয়। অ্যানিলিন হইতে জ্বর-বিনাশক ঔষধ অ্যাণ্টিফেব্রিন ($C_6H_5NH.COCH_3$) প্রস্তুত করা হয়। বেনজয়িক অ্যাসিড (C_6H_5COOH) ও উহার লবণ ঔষধরূপে ব্যবহৃত হয়। স্যালিসাইলিক অ্যাসিড [$C_6H_4(OH)COOH$]: বীজবারক ও জীবাণুনাশক হিসাবে, জ্বর নিবারক হিসাবে এবং কয়েকটি রঞ্জনদ্রব্য প্রস্তুতে ব্যবহৃত হয়। মিথাইল স্যালিসাইলেট (স্যালিসাইলিক অ্যাসিডের মিথাইল এসটার) বাতের ঔষধ হিসাবে ব্যবহৃত হয়।

Q. 303. What is the necessity of food? What are the proximate principles of food? State their functions and sources.

[খাদ্যের প্রয়োজনীয়তা কি ? খাদ্যের মূল উপাদান কি কি ? উপাদানগুলির কার্যকারিতা এবং উৎস বিবৃত কর।]

Ans. **খাদ্যের প্রয়োজনীয়তা**—দেহের ক্ষয়পূরণ, পুষ্টি ও বৃদ্ধিসাধন, তাপ ও শক্তি উৎপাদনের জন্য খাদ্যের প্রয়োজন।

খাদ্যের মূল উপাদান – দেহের সম্যক পুষ্টিসাধান এবং তাপ ও শক্তি সঞ্চারের জন্য খাদ্যদ্রব্যে নিম্নলিখিত উপাদানগুলি থাকা প্রয়োজন। (i) কার্বোহাইড্রেট বা শর্করা জাতীয় পদার্থ, (ii) প্রোটিন বা আমিষজাতীয় পদার্থ, (iii) স্নেহ বা চর্বি ও তৈলজাতীয় পদার্থ, (iv) লবণজাতীয় পদার্থ, (v) জল, (vi) ভিটামিন।

(i) **কার্বোহাইড্রেট**—ইহার প্রধান কার্য দেহে তাপ ও কর্মশক্তি উৎপাদন করা। ইহা অতি সহজেই গ্লুকোজে পরিণত হইয়া রক্তের সহিত মিশিয়া যায়। কার্বোহাইড্রেট যকৃতে গ্লাইকোজেনরূপে সঞ্চিত থাকে। চাউল, ময়দা, আটা, ভুট্টা, বার্লি, সাবু, চিনি ইত্যাদি এই জাতীয় খাদ্য।

(ii) **প্রোটিন**—প্রোটিন জাতীয় খাদ্য দেহের মাংসপেশী ও অন্যান্য যন্ত্রের ক্ষতিপূরণ করে। দেহের তাপ সংরক্ষণে এবং পুষ্টি ও বৃদ্ধিসাধনে প্রোটিন জাতীয় খাদ্য অপরিহার্য। মাছ, মাংস, ডিম, ছানা প্রভৃতি উৎকৃষ্ট প্রোটিন জাতীয় খাদ্য। মুসুর, মুগ, ছোলা ইত্যাদি উদ্ভিজ্জ দ্রব্য নিম্নশ্রেণীর প্রোটিন জাতীয় খাদ্য।

(iii) **স্নেহ বা চর্বি ও তৈলজাতীয় খাদ্য**—এই জাতীয় খাদ্য দেহে তাপ সঞ্চয় করে ও কর্মশক্তি বৃদ্ধি করে। ইহা ব্যতীত মেদ গঠন, দেহের কতকগুলি যন্ত্র সংরক্ষণ, খাদ্যদ্রব্য পরিপাকে সহায়তা এবং দেহের লালিত্য ও কমনীয়তা বৃদ্ধি করে। তৈল, ডিম, চর্বি, মাখন, ননী ইত্যাদি এই জাতীয় খাদ্য।

(iv) **লবণজাতীয় খাদ্য**—লবণজাতীয় উপাদান বলিতে ক্যালসিয়াম, ফস্‌ফরাস্‌, সোডিয়াম, পটাসিয়াম, লৌহ বা আয়রন ঘটিত লবণ বুঝায়। সোডিয়াম ক্লোরাইডের অভাবে রক্ত তরল হয় এবং দেহ ক্ষীণ হয়। অস্থি সুগঠিত করিতে ক্যালসিয়াম, দেহের পুষ্টির জন্য ফস্‌ফরাস, রক্তের লোহিত কণিকা বৃদ্ধির জন্য লৌহঘটিত লবণ প্রয়োজন শাক-সব্‌জি, ফলমূল, মাছ, মাংস, দুধ প্রভৃতি খাদ্যে কিছু কিছু লবণজাতীয় পদার্থ থাকে। ইহা ব্যতীত খাদ্যের সহিত সাধারণ লবণ পৃথকভাবে গ্রহণ করা হয়।

(v) **জল**—দেহের ওজনের অধিকাংশ জল। খাদ্যবস্তুকে তরল করিয়া পরিপাকের যোগ্য করা, রক্তকে তরল অবস্থায় রাখা, দেহের দূষিত পদার্থকে ঘাম ও মূত্ররূপে বাহির করিয়া দেওয়া এবং দেহের তাপমাত্রা রক্ষা করা হইল জলের কার্য। প্রায় সকল রকম খাদ্যদ্রব্যের মধ্যেই জল আছে। ইহা ছাড়া জলের প্রাকৃতিক উৎস অনেক। খাদ্যদ্রব্যের জল ব্যতীত পৃথকভাবে জল গ্রহণ করিয়া দেহের প্রয়োজনীয় পরিমাণ জল সরবরাহ করা হয়।

(vi) **ভিটামিন**—খাদ্যদ্রব্যে প্রোটিন, কার্বোহাইড্রেট, চর্বি ও তৈলযুক্ত পদার্থ, লবণ ও জল উপযুক্ত পরিমাণে থাকিলেও এমন একটি পদার্থ আছে যাহার অভাবে

শরীরের বৃদ্ধি স্থগিত থাকে, ওজন ক্রমশঃ হ্রাস পায় এবং নানা প্রকার উৎকট রোগের সৃষ্টি হয়। এই পদার্থগুলিকে ভিটামিন বলা হয়। কার্য ও গুণ অনুসারে ভিটামিনকে A, B, C, D, E এই পাঁচ শ্রেণীতে ভাগ করা হইয়াছে।

(a) ভিটামিন A—ইহা স্নেহ পদার্থে দ্রবণীয়। ইহা দূষিত জীবাণুঘটিত চক্ষু, নাক, গলা ও বুকের শ্লৈষ্মিক ঝিল্লীর রোগ প্রতিরোধ করে। দুধ, মাখন, বিট, ডিমের কুসুম, গাজর, পালং, লাল শাক, কলমি শাক, কডলিভার অয়েলে ভিটামিন A থাকে।

(b) ভিটামিন B—ইহা জলে দ্রবণীয়। ইহা বেরীবেরী, নার্ভপ্রদাহ প্রভৃতি রোগ প্রতিরোধ করে। ইহা শরীরে ক্ষুধা বৃদ্ধি করে এবং পাকস্থলীর ক্রিয়ায় সাহায্য করে। ঢেঁকিছাটা চাউল, যাঁতাভাঙ্গা আটা, টাট্‌কা শাকসজী, বাঁধাকপি, ফুলকপি, অঙ্কুরিত ছোলা প্রভৃতিতে ভিটামিন B থাকে।

(c) ভিটামিন C—ইহা জলে দ্রবণীয়। ইহা স্কার্ভি রোগ প্রতিরোধ করে এবং দাঁত ও হাড় পুষ্ট করে। কমলালেবু পাতিলেবু, আনারস, আম, কালোজাম, পেঁপে, টমেটো, শাক-আলু, বিট-পালং প্রভৃতিতে ভিটামিন C থাকে।

(d) ভিটামিন D—ইহা স্নেহ পদার্থে দ্রবণীয়। ইহা অস্থি গঠনে সহায়তা করে এবং রিকেটস্ রোগ প্রতিরোধ করে। কডলিভার, হ্যালিবাট্ লিভার ও শার্ক লিভার অয়েলে প্রচুর ভিটামিন D পাওয়া যায়। ইহা ছাড়া ডিমের কুসুম, মাতৃদুগ্ধ, মাখন, ছানা ইত্যাদিতে ইহা আছে।

(e) ভিটামিন E—ইহা স্নেহ পদার্থে দ্রবণীয়। ইহার অভাবে প্রাণীর স্বাভাবিক উৎপাদিকা শক্তির হ্রাস ঘটে। খাঁটি দুধ, যব, ডাল, অঙ্কুরিত ছোলা, বিন, লেটুস শাক প্রভৃতিতে ভিটামিন E থাকে।

Q. 304. What is a balanced diet ? What is the use of roughage in a balanced diet ?

[সুষম খাদ্য কাহাকে বলে ? সুষম খাদ্যে 'রাফেজে'র প্রয়োজনীয়তা কি ?]

Ans. খাদ্য মানবদেহের ক্ষয়পূরণ, বৃদ্ধিসাধন এবং তাপ ও শক্তি উৎপাদন করে। দেহের যন্ত্রগুলিকে কর্মক্ষম রাখিতে হইলে আমাদের এমন খাদ্যদ্রব্য গ্রহণ করা উচিত যাহাতে খাদ্যের প্রধান উপাদানগুলি উপযুক্ত পরিমাণে বর্তমান থাকে। এই

উপাদানগুলি হইতেছে প্রোটিন, কার্বোহাইড্রেট, চর্বি ও তৈলজাতীয় পদার্থ, লবণ জাতীয় পদার্থ, জল ও ভিটামিন। যে খাদ্যের মধ্যে এই ছয়টি উপাদান উপযুক্ত পরিমাণে বর্তমান থাকিয়া ব্যক্তিবিশেষের দেহে প্রয়োজনীয় নির্দিষ্ট পরিমাণ তাপ উৎপাদন করে এবং দেহের ক্ষয়পূরণ, বৃদ্ধি ও পুষ্টিসাধন করে সেই খাদ্যকে সুষম খাদ্য (balanced diet) বলে। ব্যক্তির বয়স, স্বাস্থ্য, বৃত্তি এবং স্থানীয় জলবায়ুর উপর সুষম খাদ্য নির্ভর করে।

সুষম খাদ্যে খানিকটা 'রাফেজ' (roughage) বা অসার অংশ থাকিবার প্রয়োজন এইজন্য যে, ইহা শেষ পর্যন্ত অজীর্ণ অবস্থায় থাকিয়া মলের পরিমাণ বৃদ্ধি করে এবং পাকস্থলী ও অন্ত্রের ক্রিয়ায় সাহায্য করে। ইহা না থাকিলে কোষ্ঠকাঠিন্য, অগ্নিমান্দ্য প্রভৃতি দেখা দেয়।

Q. 305. How is food digested in human body ?

[মানব দেহে কিরূপে খাদ্য পরিপাক হয় ?]

Ans. দেহের মধ্যে নানাপ্রকার রাসায়নিক প্রক্রিয়াতে খাদ্য ঘন তরল পদার্থে পরিণত হয় এবং উহার সার অংশ রক্তের সহিত মিশিয়া দেহের পুষ্টিসাধন করে। বাকি অংশ মলরূপে দেহ হইতে বাহির হইয়া যায়। এই সকল পরিবর্তনকে পাচন (digestion) বলে। এই পরিবর্তনগুলি পাকযন্ত্রের রসের মধ্যস্থিত কতকগুলি এনজাইমের সাহায্যে ঘটিয়া থাকে।

মুখগহ্বরের দাঁতগুলি খাদ্য চর্বণ ও পেষণ করে এবং জিহ্বা ঐ খাদ্য নানাদিকে নাড়াচাড়া করিয়া দাঁতকে এই কার্যে সাহায্য করে। মুখের লালাগ্রন্থি (salivary glands) হইতে নিঃসৃত লালা শুষ্ক খাদ্য নরম ও পিচ্ছিল করে এবং ইহাতে টায়ালিন (ptyalin) নামক এনজাইম থাকায় শর্করাজাতীয় খাদ্য সামান্য জীর্ণ হয়। অতঃপর চর্বিত খাদ্য আমাশয়ে (stomach) চলিয়া আসে। আমাশয়ের গ্রন্থি হইতে আমাশয় রস (gastric juice) বাহির হয়। ইহাতে পেপ্‌সিন (pepsin), রেনিন্ (renin) ও হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড থাকে। রোগের জীবাণু আমাশয়ে আসিলে অ্যাসিড-রসে উহা বিনষ্ট হয়। রেনিন্ দুগ্ধজাতীয় খাদ্যকে ছানায় পরিণত করে। পেপসিন প্রোটিন জাতীয় খাদ্যকে বিশ্লিষ্ট করিয়া সহজপাচ্য পেপ্‌টোনে পরিণত করে। আংশিক জীর্ণ খাদ্য অর্ধতরল অবস্থায় আমাশয় হইতে ক্ষুদ্রান্ত্রে (small intestine) আসে।

এখানে যকৃৎ হইতে পিত্তরস (bile), অগ্ন্যাশয় হইতে অগ্ন্যাশয় রস (pancreatic juice) এবং ক্ষুদ্রান্ত্র হইতে আন্ত্রিক রসের (succus entericus) সাহায্যে খাদ্য সম্পূর্ণ জীর্ণ হয়। পিত্তরস চর্বিজাতীয় খাদ্য জীর্ণ করে এবং শোষণ কার্যে সহায়তা করে। অগ্ন্যাশয় রসের মধ্যস্থিত শর্করা-জারক (অ্যামাইলেজ্), প্রোটিন-জারক (ট্রিপসিন্) ও চর্বি-জারক (লাইপেজ্) এন্‌জাইমগুলি যথাক্রমে শর্করাকে গ্লুকোজে, পেপটোনকে অ্যামিনো অ্যাসিডে পরিণত করে এবং চর্বিজাতীয় পদার্থকে হজম করিয়া শোষণোপযোগী করে। ইহা শোষিত হইয়া পুনরায় চর্বিতে পরিণত হয় এবং জারিত হইয়া শক্তি উৎপন্ন করে বা মেদ হিসাবে জমা হয়। অ্যামিনো অ্যাসিড দ্বারা শরীরের প্রয়োজনানুযায়ী মাংসপেশীর নূতন প্রোটিন প্রস্তুত হয়। গ্লুকোজ যকৃতে গ্লাইকোজেনরূপে সঞ্চিত হয়। প্রয়োজনবোধে মাংসপেশীতে গিয়া জারিত হইয়া CO_2 ও জলে পরিণত হয়। আন্ত্রিক রসের নানাবিধ এন্‌জাইমও শর্করাজাতীয় খাদ্যকে গ্লুকোজে পরিণত করে। দেহের প্রয়োজনের অতিরিক্ত কার্বোহাইড্রেট থাকিলে উহা চর্বিতে পরিণত হয়। ক্ষুদ্রান্ত্রের শোষক যন্ত্রের সাহায্যে তরল খাদ্যের সারাংশ শোষিত হইয়া রক্তপ্রবাহের সহিত মিশিয়া যায়। খাদ্যের অবশিষ্ট অংশ বৃহদন্ত্রে আসিলে উহার জলীয় অংশ, লবণ ও চিনিজাতীয় দ্রব্য শোষিত হয়। যাহা বাকি থাকে তাহা মলরূপে বাহির হইয়া যায়।

Additional Questions with hints on answers

CHAPTER XXII

1. How does PCl_5 react with ethyl alcohol ? What is your conclusion from this reaction regarding the structural formula of the alcohol ?

[Q. 281 (a)-এর 2(a) এবং (b) প্রশ্নোত্তর]

2. Starting from ethyl alcohol how would you obtain the following ?

ethyl chloride [H. S. 1970], ethylene [H.S. 1970] and ethyl acetate [H. S. 1966, '70] ; acetaldehyde [1968 (Comp.)] acetic acid, sodium ethoxide.

[281 (a) প্রশ্নোত্তরে ইথাইল অ্যালকোহলের বিক্রিয়াগুলি দেখ।]

3. **What is a producer gas ? Give reasons to show that coal gas is not a producer gas. Give examples of two forms of producer gas and state chemical reactions involved in their preparation. Why may they be used as fuel ?** **[H. S. 1962 (Comp.)]**

[**Hints :** প্রোডিউসার (producer) নামক চুল্লীতে কঠিন জ্বালানির আংশিক জারণের ফলে উৎপন্ন গ্যাসীয় জ্বালানিকে প্রডিউসার গ্যাস বা উৎপাদক গ্যাস বলা যায়। এই হিসাবে ওয়াটার গ্যাস (কোক ও ষ্টীম), সেমি ওয়াটার গ্যাস (কোক এবং ষ্টীম ও বায়ু), প্রডিউসার গ্যাস বা এয়ার গ্যাসকে (কোক ও বায়ু) সাধারণভাবে প্রডিউসার গ্যাস নামে অভিহিত করা যায়। কিন্তু প্রডিউসার গ্যাস বলিতে এয়ার গ্যাসকে (air gas), যাহা কোক ও বায়ু হইতে তৈয়ারী করা হয়, বুঝায়। কোল-গ্যাস কয়লার অসম্পূর্ণ জারণে উৎপন্ন হয় না। ইহা কয়লার অন্তর্ধূম পাতনের ফলে উৎপন্ন হয়। সুতরাং প্রডিউসার গ্যাসের যে সংজ্ঞা দেওয়া হইয়াছে সেই অনুসারে কোল-গ্যাসকে প্রডিউসার গ্যাস বলা যায় না।]

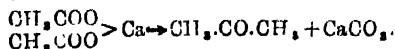
প্রথম, তৃতীয় ও চতুর্থ অংশের জন্য 268 (c) নং প্রশ্নোত্তর দেখ।

4. How does destructive distillation differ from ordinary distillation ? Explain why the former is called destructive. Illustrate your answer.
[H. S. 1962, '63, '64, '67 (Comp.)

[**Ans.** Additional Q. 9, পৃষ্ঠা 68 দেখ।]

5. How would you prepare acetone ? [H. S. 1965, '66 (Comp.)]

[**Ans.** পাইরোলিগনিয়াস অ্যাসিড হইতে প্রস্তুতির জন্য 279 প্রশ্নোত্তর দেখ। অনার্দ্র ক্যালসিয়াম অ্যাসিটেটকে বকযন্ত্রে লইয়া উত্তপ্ত করিলে অ্যাসিটোনের বাষ্প উৎপন্ন হয়। লি-বিগ শীতকের মধ্য দিয়া বাষ্প প্রবাহিত করিয়া গ্রাহকে তরল অ্যাসিটোন সংগ্রহ করা হয়।

$$\begin{matrix} CH_3COO \\ CH_3COO \end{matrix} > Ca \rightarrow CH_3.CO.CH_3 + CaCO_3.$$

6. What are hydrocarbons ? What are saturated and unsaturated hydrocarbons ? [H. S. 1968 (Comp.), '69 (Comp.)]

[**Ans.** কার্বন ও হাইড্রোজেনের দ্বি-যৌগিক পদার্থগুলিকে হাইড্রোকার্বন বলে। মিথেন (CH_4), ইথেন (C_2H_6), ইথিলীন (C_2H_4), ইত্যাদি হাইড্রোকার্বন।

যে সকল হাইড্রোকার্বনের অণুতে কার্বন পরমাণুগুলি পরস্পরের সহিত একটি সম-যোজকের সাহায্যে যুক্ত থাকে এবং কার্বন পরমাণুর অবশিষ্ট যোজকের সহিত হাইড্রোজেন পরমাণু যুক্ত থাকে তাহাদিগকে সংপৃক্ত হাইড্রোকার্বন বলে। মিথেন, ইথেন, প্রোপেন—এই তিনটি সংপৃক্ত হাইড্রোকার্বন।

যে সকল হাইড্রোকার্বনের অণুতে দুইটি কার্বন পরমাণু দ্বি-বন্ধ অথবা ত্রি-বন্ধ দ্বারা যুক্ত থাকে এবং কার্বন পরমাণুর অবশিষ্ট যোজকের সহিত হাইড্রোজেন যুক্ত থাকে তাহাদের অসংপৃক্ত হাইড্রোকার্বন বলে। ইথিলীন, অ্যাসিটিলীন ইত্যাদি অসংপৃক্ত হাইড্রোকার্বন। [গঠনমূলক সংকেতের জন্য 560 এবং 654 পৃষ্ঠা দেখ।]

7. How will you distinguish between saturated and unsaturated hydrocarbons with the help of their structural formulae and chemical reactions ? Illustrate with examples. [H. S. 1968 (Comp.)]

[Ans. সংপৃক্ত হাইড্রোকার্বনরূপে মিথেন এবং অসংপৃক্ত হাইড্রোকার্বনরূপে ইথিলীন উদাহরণস্বরূপ লইয়া উহাদের রাসায়নিক ক্রিয়া বর্ণনা কর। 275 (a) প্রশ্নোত্তরে (iv) হইতে (viii) অংশ দেখ।]

8. (i) What is fermentation ? (ii) What is polymerisation ?

[Ans. (i) যে রাসায়নিক পরিবর্তন জীবের দেহ-কোষের সাহায্যে ঘটে তাহাকে সন্ধান বলে। ইহাতে জৈব পদার্থের জটিল অণুগুলি ভাঙ্গিয়া অপেক্ষাকৃত সরল অণুতে পরিণত হয়। উদাহরণের জন্য 280 (a) নং প্রশ্নোত্তরে ইথাইল অ্যালকোহলের প্রস্তুতি দেখ। (ii) কোন পদার্থের একাধিক অণু একত্রে সংযুক্ত হইয়া যখন অপর একটি পদার্থে পরিণত হয় তখন উহাকে বহু-যৌগ (polymer) বলা হয়। এই বিক্রিয়াকে বহু-সংযোগ ক্রিয়া (polymerisation) বলে। বহু-যৌগের আণবিক ওজন আদি অণুর আণবিক ওজনের কোন সরল গুণিতক এবং উহাদের উপাদান মৌলগুলির ওজনের অনুপাত একই। উদাহরণের জন্য ইথিলীনের (vi) নং ধর্ম (পৃষ্ঠা 652) এবং অ্যাসিটিলীনের (viii) নং ধর্ম (পৃষ্ঠা 656 দেখ।)]

9. How would you identify a gas which may be methane, ethylene or acetylene ?

[275 নং প্রশ্নোত্তর দেখ।]

10. Describe, with equations, the action of conc. H_2SO_4, conc. HNO_3 and chlorine on methane, ethylene and benzene. [পদার্থগুলির ধর্ম দেখ।]

11. What products are formed and under what conditions when chlorine reacts with each of the following :
CH_4, C_2H_4 C_2H_2, C_6H_6, CO. [পদার্থগুলির ধর্ম দেখ।]

12. Describe the changes that take place when (a) air and (b) steam are separately passed over strongly heated coke. What are the uses of the products formed ?

[Ans. 268 (b)নং প্রশ্নোত্তর দেখ।]

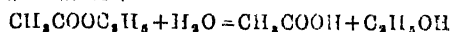
13. How would you obtain : (i) ethane from ethylene or acetylene, (ii) benzene from carbon and hydrogen, (iii) formic acid from oxalic acid, (iv) acetic acid from ethyl alcohol, (v) acetaldehyde from acetylene (or C and H), (vi) formaldehyde from methyl alcohol and vice versa, (vii) ethyl alcohol from acetaldehyde, (viii) methane from acetic acid ?

[Ans. (i) ইথিলীন ও অ্যাসিটিলীনের সহিত H-এর ক্রিয়া দেখ। (ii) 292 নং প্রশ্নোত্তরের (i) অংশ, অ্যাসিটিলিনের (viii) নং ধর্ম (পৃষ্ঠা 656) দেখ। (iii) 286 নং প্রশ্নোত্তর দেখ। (iv) 281 প্রশ্নোত্তরে (4) দেখ। (v) 292 নং প্রশ্নোত্তর দেখ। (vi) 283 নং প্রশ্নোত্তর দেখ। (vii) 290 নং প্রশ্নোত্তর দেখ। (viii) অ্যাসেটিক অ্যাসিডকে NaOH-এর সাহায্যে প্রশমিত করিলে সোডিয়াম অ্যাসিটেট দ্রবণ পাওয়া যায়। বাষ্পীভূত করিলে সোদক সোডিয়াম অ্যাসিটেট ($CH_3COONa, 3H_2O$) উৎপন্ন হয়। ইহাকে উত্তপ্ত করিলে অনার্দ্র সোডিয়াম অ্যাসিটেট পাওয়া যায়। সোডা-

লাইমের সহিত অনার্দ্র সোডিয়াম অ্যাসিটেট উত্তপ্ত করিলে মিথেন গ্যাস উৎপন্ন হয়। প্রয়োজনীয় সমীকরণ লিখ। 272 নং প্রশ্নোত্তর দেখ।]

14. How would you prove that ester contains an alcoholic group as well as an organic acid ? [H. S. 1967 (Comp.)]

Ans. এস্টারকে লঘু খনিজ অ্যাসিড দ্বারা আর্দ্র-বিশ্লেষিত করিলে একটি অ্যালকোহল ও একটি জৈব অ্যাসিড উৎপন্ন হয়। যথা, ইথাইল অ্যাসিটেট হইতে এরূপে পাওয়া যায় ইথাইল অ্যালকোহল এবং অ্যাসেটিক অ্যাসিড।

$$CH_3COOC_2H_5 + H_2O = CH_3COOH + C_2H_5OH$$

15. How is ethyl alcohol obtained from ethyl acetate ? [H. S. 1967]

[Ans. ইথাইল অ্যাসিটেটের আর্দ্র-বিশ্লেষণ দ্বারা ইথাইল অ্যালকোহল পাওয়া যায়। [14 নং প্রশ্নোত্তর দেখ।]

16. Give the structural formulae of benzene and two of its higher homologues and state how they differ from methane and its homologues.

[Ans. Q. 301 (b) দেখ। বেনজিনের দুইটি সমগণের নাম টলুইন ও ইথাইল বেনজিন। গঠনমূলক সংকেতের জন্য পৃঃ 698 দেখ। মিথেনের প্রতিস্থাপিত ক্রিয়া উল্লেখ কর।]

17. Give the structural formulae of benzene. Name a homologue of benzene and write down its structure. [H. S. 1968]

[পৃঃ 697, 698 দেখ]

18. Write down the molecular structure of benzene and describe its properties and compare them with those of methane. [H. S. 1968 (Comp.)]

[পৃঃ 697 ; বেনজিনের এবং মিথেনের রাসায়নিক বিক্রিয়া উল্লেখ কর।]

19. How would you prove that benzene is a compound of carbon and hydrogen ? [H. S. 1967 (Comp.)]

[Ans. বেনজিনকে অক্সিজেনে দহন করিলে ধোঁয়াযুক্ত শিখায় জ্বলে। দহনের ফলে কেবলমাত্র কার্বন ডাই-অক্সাইড ও জল উৎপন্ন হয়। উহাদের অস্তিত্ব প্রমাণ কর। কার্বন ডাই-অক্সাইডে কার্বন আছে এবং জলে হাইড্রোজেন আছে। সুতরাং বেনজিন কার্বন ও হাইড্রোজেনের যৌগ।]

20. Why is benzene called an aromatic hydrocarbon ? How does it differ from aliphatic hydrocarbon ? Give its structural formulae. [H. S. 1966 (Comp.) ; 1970]

[Ans. (a) বেনজিন এবং উহার সমগণের সংযুতি-সংকেতের জন্য পৃষ্ঠা 698 দেখ। মিথেনের ধর্ম (ii) গাঢ় HNO_3 ও H_2SO_4 এবং ক্লোরিনের সহিত বিক্রিয়া দেখ। (পৃষ্ঠা 649)।

বেনজিনের ধর্ম (i), (ii), (iii), (viii), (ix), (x), 695—696 পৃষ্ঠা দেখ। (b) বেনজিনের বৈশিষ্ট্যগুলি উল্লেখ কর।]

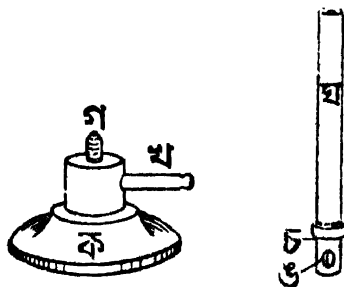
CHAPTER XXIII

Miscellaneous Questions

(বিবিধ প্রশ্ন)

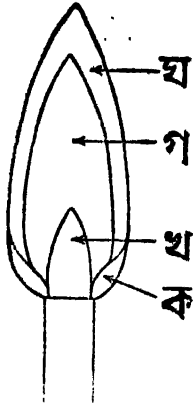
Q. 1. Describe a Bunsen burner and the essential parts thereof. Describe the structure of a Bunsen burner flame (a) when the air-hole is closed, (b) when the air-hole is open. Describe simple experiments in support of the statements you make. (Cal. I. Sc. 1951 ; 1959)

Ans. বুনসেন বার্নার—ইহার তিনটি অংশ—

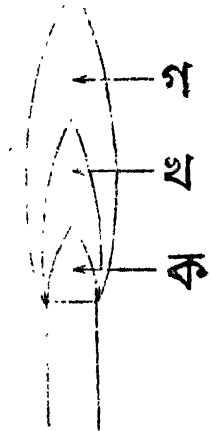
(i) পার্শ্ব-নলযুক্ত (খ), একটি ধাতব পাদপীঠ (ক), ইহার মুখটি সরু নলের মত সূচক (গ)। এই সরু নলের সহিত পার্শ্ব-নলটি যুক্ত আছে। (ii) একটি লম্বা ধাতব নল বা বার্নার টিউব (ঘ)। বায়ু প্রবেশ করিবার জন্য ইহার নীচের দিকে ছিদ্র (ঙ) থাকে। বার্নার টিউবটি পাদপীঠের সরু মুখের সহিত যুক্ত থাকে। (iii) একটি বা দুইটি ছিদ্রবিশিষ্ট ধাতব আংটি (চ), আংটিটি বার্নার-টিউবের নিম্নগায়ে পরানো থাকে।

76নং চিত্র—বুনসেন বার্নারের বিভিন্ন অংশ

আংটি ঘুরাইয়া বার্নার টিউবের ছিদ্রকে সম্পূর্ণভাবে বা আংশিকভাবে বন্ধ করিয়া বা খুলিয়া বার্নার-টিউবের ভিতরে বায়ুর পরিমাণ নিয়ন্ত্রণ করা যায়।

* বুনসেন বার্নারের পাদপীঠের পার্শ্ব-নলের সঙ্গে একটি রবারনল লাগাইয়া উহা কোল-গ্যাসের নলের সহিত যুক্ত করা হয়। কোল-গ্যাসের নল খুলিয়া বার্নারের মুখে জলন্ত কাঠি ধরিলে গ্যাস জলিতে থাকে।

বুনসেন শিখা—বায়ু-প্রবেশের পথ বন্ধ করিয়া গ্যাস জ্বালাইলে শিখা প্রদীপ্ত (luminous) হয়। প্রদীপ্ত শিখার চারিটি অংশ (i) শিখার একেবারে নীচের দিকে খুব ছোট একটু গাঢ় নীল অংশ (ক)। এখানে গ্যাসের দহন সম্পূর্ণ হয়। (ii) শিখার প্রায় মধ্যস্থলে একটি কালো অংশ (খ)। এখানে অদগ্ধ গ্যাস আছে। (iii) অদগ্ধ গ্যাসের জায়গায় চারিদিকে ঘিরিয়া উজ্জ্বল আলোকযুক্ত হলুদ অংশ রহিয়াছে (গ)। ইহা শিখার অধিকাংশ স্থান জুড়িয়া আছে। (iv) শিখার চারিদিকে একেবারে বাহিরের অংশ ঈষৎ নীল (ঘ)। এখানে গ্যাসের দহন সম্পূর্ণ হয়।

77নং চিত্র—প্রদীপ্ত শিখা

পরীক্ষা—(a) একটি পরিষ্কার কাচ-দণ্ড শিখার উজ্জ্বল আলোকযুক্ত হলুদ অংশে ধরিলে কাচ-দণ্ডের গায়ে কালো কার্বন জমা হয়। শিখার এই অংশে গ্যাসের আংশিক দহন ঘটে এবং সূক্ষ্ম কার্বনকণার সৃষ্টি হয়। (b) একটি সরু কাচ-নলের একমুখ শিখার মধ্য-স্থলের কালো অংশের মধ্যে রাখিয়া বাহিরের অপর মুখে আগুন ধরাইলে নলের মুখে গ্যাস জ্বলিতে থাকে। সুতরাং এই অংশে অদগ্ধ গ্যাস আছে—ইহা নল দিয় আসিয়া বাহিরে বায়ুতে জ্বলে।

আংটি ঘুরাইয়া বায়ু-প্রবেশের পথ খুলিয়া দিলে যে শিখা উৎপন্ন হয় তাহা দীপ্তিহীন (non-luminous) শিখা। দীপ্তিহীন শিখার প্রধানতঃ দুইটি অংশ (i) শিখার মধ্যেকার নীলাভ অংশ (খ)। এখানে গ্যাসের আংশিক দহন হয়। এই অংশকে বিজারক অংশ (reducing zone) বলে। (ii) বাহিরের যে বর্ণহীন অংশ (গ) সেখানে গ্যাসের দহন সম্পূর্ণ হয়। এই অংশকে জারক অংশ (oxidising zone) বলে।

78নং চিত্র—দীপ্তিহীন শিখা

পরীক্ষা—(a) একটি পরিষ্কার কাচ-দণ্ড শিখার জারক অংশে ধরিলে কোন ভূসা জমা হয় না। সুতরাং এখানে গ্যাসের সম্পূর্ণ দহন হইয়াছে। (b) একটি পরিষ্কার তামার তারের এক প্রান্ত শিখার বাহিরের অংশে কিছুক্ষণ ধরিলে তারটি কালো হয়। তামা (কপার) কালো কপার অক্সাইডে পরিণত হয়। সুতরাং শিখার এই অংশ জারক অংশ। (c) কালো তারটি শিখার মধ্যেকার নীলাভ অংশে কিছুক্ষণ ধরিলে তামার তারের পূর্বের রং ফিরিয়া আসে। কালো কপার অক্সাইড কপারে বিজারিত হয়। সুতরাং শিখার এই অংশ বিজারক অংশ।

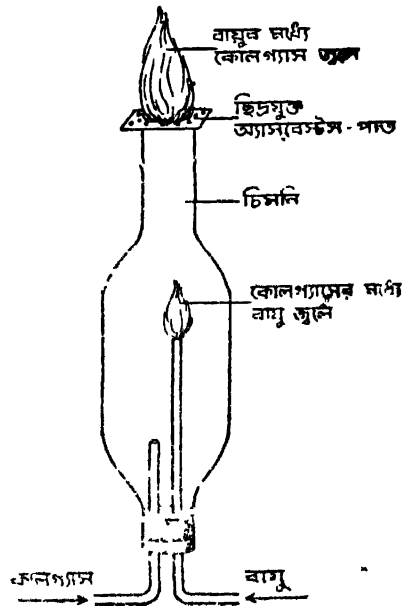
Q. 2. Explain and illustrate what is meant by combustion. Describe experiments to show that the terms combustible and supporter of combustion are purely relative.

[Cal. I. Sc., 1957 ; 1963]

Ans. দহন (Combustion)—উত্তাপ ও আলোক সহযোগে দ্রুত রাসায়নিক ক্রিয়া ঘটিলে তাহাকে দহন বলে।

79 নং চিত্র

উদাহরণ: অক্সিজেনে দহনের জন্য 42 নং প্রশ্নোত্তর এবং ক্লোরিনে দহনের জন্য 157 নং প্রশ্নোত্তর দেখ। দহনে অক্সিজেন, ক্লোরিন ইত্যাদি অপরা-তড়িৎযুক্ত মৌলের সংযোগ ঘটে বলিয়া দহনকে সাধারণভাবে জারণ বলা যায়।

একটি কাচের চিমনির নীচের মুখে কর্ক লাগানো আছে এবং কর্কের মধ্য দিয়া একটি ছোট কাচ-নল এবং একটি বড় কাচ-নল প্রবেশ করানো আছে। চিমনির উপরের মুখে একখানি অ্যাসবেস্টস পাত বসানো আছে—পাতটির মধ্যস্থলে একটি ছোট ছিদ্র আছে। ছোট কাচ-নলের মধ্য দিয়া চিমনি কোল-গ্যাস দ্বারা পূর্ণ

করা হয়। চিমনির মুখে অ্যাসবেস্টস পাতের উপরে আগুন ধরাইলে গ্যাস জ্বলিতে থাকে। চিমনির মুখ দিয়া কোল-গ্যাস বাহির হয় এবং বাহিরের বায়ুর মধ্যে কোল-গ্যাস জ্বলে। এখানে কোল-গ্যাস দাহ্য পদার্থ এবং বায়ু দহনের সহায়ক। লম্বা কাচ-নলের মধ্য দিয়া এখন চিমনির মধ্যে বায়ু প্রবেশ করানো হয়। এই কাচ-নলটিকে ঠেলিয়া জ্বলন্ত কোল-গ্যাসের সংস্পর্শে আনিলে ইহার মুখে আগুন জ্বলিতে থাকে। এখন এই লম্বা কাচ-নলটি নামাইয়া চিমনির প্রায় মাঝখানে রাখা হয়। নলের মুখের বায়ু কোল-গ্যাসের মধ্যে জ্বলিতে থাকে। এখানে বায়ু দাহ্য পদার্থ এবং কোল-গ্যাস দহনের সহায়ক।

হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন লইয়া বা মিথেন ও অক্সিজেন গ্যাস লইয়া কিংবা কোন তরল ও কঠিনের বাষ্প লইয়াও এইরূপ পরীক্ষা করা যায়। সালফার বা ফস-ফরাস অক্সিজেনে জ্বলে, আবার অক্সিজেন সালফার বা ফসফরাস-বাষ্পের মধ্যেও জ্বলে। অ্যালকোহল বায়ুতে জ্বলে আবার বায়ু আলকোহলের বাষ্পের মধ্যে জ্বলে। সুতরাং, "দাহ্য" এবং "দহনের সহায়ক", এই কথা দুইটি সম্পূর্ণ আপেক্ষিক।

Q. 3. How would you show that manganese dioxide acts as a catalyst in the preparation of oxygen from potassium chlorate?

[Cal. I. Sc., 1948]

Ans. পরীক্ষা 1– একটি শক্ত কাচের টেস্ট-টিউবে পটাসিয়াম ক্লোরেট (চারিভাগ) ও ম্যাংগানিজ ডাই-অক্সাইডের (একভাগ) মিশ্রণ এবং আরেকটি ঐরূপ টেস্ট-টিউবে শুধু পটাসিয়াম ক্লোরেট লইয়া টেস্ট-টিউব দুইটি স্যাণ্ড-বাথ্-এর (sand bath) বালির মধ্যে বসাইয়া উত্তপ্ত করা হইল। টেস্ট-টিউব দুইটির মুখে মাঝে মাঝে শিখাহীন জ্বলন্ত শলাকা ধরা হয়। দেখা যায় যে পটাসিয়াম ক্লোরেট ও ম্যাংগানিজ ডাই-অক্সাইড পূর্ণ টেস্ট-টিউবটি হইতেই প্রথমে গ্যাস নির্গত হয় এবং ইহা শিখাহীন জ্বলন্ত শলাকা দপ্ করিয়া জ্বালাইয়া দেয়। সুতরাং নির্গত গ্যাস অক্সিজেন। সুতরাং ম্যাংগানিজ ডাই-অক্সাইড পটাসিয়াম ক্লোরেটের বিযোজন ত্বরান্বিত করে।

পরীক্ষা 2—একটি পোর্সেলিন মুচিতে পটাসিয়াম ক্লোরেট (প্রায় 4 গ্রাম) লইয়া ওজন করা হয়। ইহাতে ম্যাংগানিজ ডাই-অক্সাইড (প্রায় 1 গ্রাম) লইয়া পুনরায় ওজন করা হয়। এই দুই ওজনের পার্থক্য হইতে ম্যাংগানিজ ডাই-অক্সাইডের

সঠিক ওজন পাওয়া যায়। মুচিটিকে অগ্নিসহ মৃত্তিকার ত্রিভুজের উপর বসাইয়া ধীরে ধীরে উত্তপ্ত করা হয়। সমস্ত অক্সিজেন বাহির হওয়া বন্ধ হইলে (শিখাহীন জলন্ত শলাকা দ্বারা পরীক্ষা করিয়া দেখা হয়) মুচি টি ঠাণ্ডা করিয়া জলপূর্ণ বিকারে রাখিয়া বিকারের জল ফুটান হয়। ইহাতে উৎপন্ন পটাসিয়াম ক্লোরাইড জলে দ্রবীভূত হয়। পূর্বে ওজন করা ফিলটার কাগজ দিয়া ফিলটার করিয়া অবশেষ (কালো) জল দিয়া ধুইয়া পটাসিয়াম ক্লোরাইড হইতে সম্পূর্ণ পৃথক করা হয়। অতঃপর ফিলটার কাগজ সহ কালো অবশেষ শুষ্ক করিয়া ওজন করা হয়। এই ওজন হইতে ফিলটার কাগজের ওজন বাদ দিলে কালো ম্যাংগানিজ ডাই-অক্সাইডের ওজন পাওয়া যায়। দেখা যায়, এই ওজন পরীক্ষার পূর্বে ম্যাংগানিজ ডাই-অক্সাইডের যে ওজন ছিল তাহার সমান। সুতরাং এই বিক্রিয়ায় ম্যাংগানিজ ডাই-অক্সাইডের ওজন অপরিবর্তিত থাকে। এই ম্যাংগানিজ ডাই-অক্সাইডের সামান্য অংশ লইয়া গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড মিশাইয়া উত্তপ্ত করিলে সবুজাভ হলুদ বর্ণের ক্লোরিন গ্যাস নির্গত হয়। আবার, এই ম্যাংগানিজ ডাই-অক্সাইড দ্বারা পূর্বের ন্যায় পটাসিয়াম ক্লোরেটের বিযোজন ত্বরান্বিত করানো যায়। সুতরাং ম্যাংগানিজ ডাই-অক্সাইডের ধর্মও অপরিবর্তিত থাকে।

অতএব ম্যাংগানিজ ডাই-অক্সাইড এখানে অনুঘটকরূপে কাজ করে।

Q. 4. What is catalysis ? Describe one industrial process and one laboratory process based on the use of catalyst for preparation of important chemical substances. [Cal. I. Sc., 1946]

Ans. 10 নং প্রশ্নোত্তর দেখ। অ্যামোনিয়ার শিল্প-প্রস্তুতি (Q. 94) এবং অক্সিজেনের ল্যাবরেটরী প্রস্তুতি ($KClO_3$ হইতে, Q. 40) দেখ।

Q. 5. Explain what is meant by catalytic agent. Describe two processes of industrial importance based on the use of catalyst. [Cal. I. Sc., 1963]

Ans. 10 নং প্রশ্নোত্তর দেখ। অ্যামোনিয়া (Q. 94) এবং সালফিউরিক অ্যাসিডের (সংস্পর্শ পদ্ধতি Q. 180) শিল্প-প্রস্তুতি দেখ।

Q. 6. Classify the following substances as oxidising or reducing agents In each case state one reaction to justify your classification and explain why you regard this reaction as oxidation or reduction :— [Cf. H. S. Comp. 1965]

Oxygen, carbon manganese dioxide, sulphuric acid, hydrogen peroxide, sulphur dioxide, cupric oxide, nitric acid, ammonia gas, nascent hydrogen, hydrogen sulphide, hydrogen gas, magnesium, aluminium, carbon monoxide.

Hints. অক্সিজেন—পৃষ্ঠা 84-85 ; ম্যাংগানিজ ডাই-অক্সাইড—পৃ: 362,
সালফিউরিক অ্যাসিড—পৃ: 396 ; হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড—পৃ: 190,
সালফার ডাই-অক্সাইড—পৃ: 387 ; ক্লোরিন—পৃ: 363-4,
কিউপ্রিক অক্সাইড—পৃ: 102, 224 ; নাইট্রিক অ্যাসিড —পৃ: 235,
অ্যামোনিয়া গ্যাস—পৃ: 224, জায়মান হাইড্রোজেন – পৃ: 103,
হাইড্রোজেন সালফাইড—পৃ: 393 ; হাইড্রোজেন গ্যাস– পৃ: 102,
ম্যাগনেসিয়াম—পৃ: 599 ; অ্যালুমিনিয়াম—পৃ: 614,
কার্বন মনোক্সাইড—পৃ: 284 ।

Q. 7. How would you explain the following ?

(a) When a flask (dried outside) containing water is heated by a Bunsen burner, moistures always accumulate on the outside surface. [Cal. I. Sc., 1956]

(b) Luminous flame of Bunsen burner deposits soot on the surface of a porcelain basin if exposed to it. [Cal I. Sc., 1955]

(c) In the flame test we cannot use copper wire in place of platinum wire or asbestos fibre. [Cal. I. Sc , 1956]

(d) Hydrofluoric acid cannot be kept in a glass vessel. [Cal. I. Sc., 1956]

(e) Ammonia bottle should always be kept tightly stoppered, away from a bottle containing strong hydrochloric acid in the laboratory. [Cal. I. Sc, 1956]

(f) Effervescence occurs when acids drop on the cement floor. [Cal. I. Sc., 1956]

(g) Solid dry quicklime, on being kept in air, becomes hot, gradually crumbles into powder and increases in weight.

[Cal. I. Sc., 1957]

(h) A dry fine mixture of carbon, sulphur and postassium nitrate burns with explosion. [Cal. I. Sc., 1955]

(i) A blue flame is often seen on the top of a coal fire.

(j) In flame test conc. hydrochloric acid is used, and the flame used is non-luminous. [H. S. 1970 (Comp.)]

Ans. (a) 62 (c) নং প্রশ্নোত্তর দেখ।

(b) বুনসেন বার্নারের প্রদীপ্ত শিখা উজ্জ্বল হলুদ বর্ণের এবং দীর্ঘ। বায়ু-প্রবেশের পথ (air-hole) বন্ধ থাকায় কোল-গ্যাস বার্নার টিউবের মধ্যে যথেষ্ট বায়ুর সহিত মিশিতে পারে না। ইহাতে কোল-গ্যাসের দহন অসম্পূর্ণ হয় এবং অসম্পূর্ণ দহনের জন্য সূক্ষ্ম কার্বনকণার সৃষ্টি হয়। এইজন্য প্রদীপ্ত শিখায় পোর্সেলিনের বেসিন উত্তপ্ত করিলে উহার গায়ে ঝুল জমা হয়।

(c) শিখা পরীক্ষায় বিভিন্ন ধাতব লবণ শিখার বর্ণ বিভিন্ন রকম করে। হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডে সিক্ত কপার তার বুনসেন শিখার বর্ণ নীল করে। সুতরাং কপার-তারের সাহায্যে শিখা পরীক্ষা করিলে সর্বদাই নীল শিখা দেখা যায়। এই কারণে অন্যান্য ধাতব মূলকের জন্য শিখার যে বিশিষ্ট বর্ণ হয় তাহা আর বুঝিতে পারা যায় না। কিন্তু প্লাটিনাম তার বা অ্যাসবেস্টস আঁশের ক্ষেত্রে বুনসেন শিখায় নিজস্ব কোন বর্ণ হয় না বলিয়া উহা দ্বারা শিখা পরীক্ষা করা যায়।

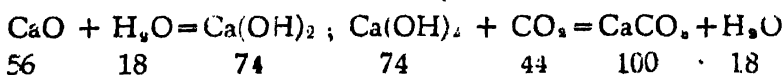
(d) 161 নং প্রশ্নোত্তর দেখ।

(e) অ্যামোনিয়া খুব উদ্বায়ী। এইজন্য অ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইডের বোতলের মুখ ভাল করিয়া কর্ক দ্বারা বন্ধ করিয়া রাখা হয়। মুখ আলগা করিয়া বন্ধ থাকিলে উদ্বায়িত অ্যামোনিয়া গ্যাসের চাপের সৃষ্টির জন্য গ্যাস বাহির হইয়া যায়। গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড বায়ুতে ধূমায়িত হয়। সুতরাং এই অ্যাসিডের বোতল খুলিলে অ্যাসিডের ধোঁয়া অ্যামোনিয়া গ্যাসের (যদি অ্যামোনিয়ার বোতলের মুখ আঁটভাবে বন্ধ না থাকে) সহিত মিশিয়া অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইডের সাদা ধোঁয়ার সৃষ্টি হয়। $NH_3 + HCl = NH_4Cl$। এইজন্য ল্যাবরেটরীতে অ্যামোনিয়ার

বোতলের মুখ ভাল করিয়া বন্ধ করিয়া গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের বোতল হইতে দূরে রাখা উচিত।

(f) ট্রাই-ক্যালসিয়াম সিলিকেট, ট্রাই-ক্যালসিয়াম অ্যালুমিনেট, ক্যালসিয়াম আর্থোসিলিকেট ইত্যাদি কতকগুলি জটিল পদার্থের মিশ্রণ সিমেন্ট। সিমেন্টের সহিত জল মিশাইয়া যখন মেঝে তৈরি করা হয় তখন নানাবিধ রাসায়নিক পরিবর্তনের ফলে উহা জমাট বাঁধিয়া খুব শক্ত হয়। এই সময়ে কিছুটা ক্যালসিয়াম হাইড্রক্সাইড উৎপন্ন হয় এবং উহা বায়ুর কার্বন ডাই-অক্সাইডের সহিত ক্যালসিয়াম কার্বনেট গঠিত করে। মেঝের উপর অ্যাসিড পড়িলে এই কার্বনেটের সহিত অ্যাসিডের ক্রিয়ার ফলে বুদ্বুদ্ আকারে কার্বন ডাই-অক্সাইড উৎপন্ন হয়। $Ca(OH)_2 + CO_2 = CaCO_3 + H_2O$; $CaCO_3 + 2HCl = CaCl_2 + H_2O + CO_2$.

(g) শুষ্ক চুন (CaO) বায়ু হইতে জলীয় বাষ্প শোষণ করিয়া ক্যালসিয়াম হাইড্রক্সাইডে পরিণত হয়। এই রাসায়নিক ক্রিয়াটি তাপ-মোচী বলিয়া উহা গরম হয়। ক্যালসিয়াম হাইড্রক্সাইড উৎপন্নের জন্য কঠিন চুন পাউডারে পরিণত হয়। তাছাড়া ক্যালসিয়াম হাইড্রক্সাইড বায়ুর কার্বন ডাই-অক্সাইডের সহিত ক্যালসিয়াম কার্বনেট উৎপন্ন করে এবং ইহা সাদা পাউডার। এই পরিবর্তনে চুনের সহিত জল এবং কার্বন ডাই-অক্সাইড যোগ হয় বলিয়া চুনের ওজন বৃদ্ধি পায়।

$$\underset{56}{CaO} + \underset{18}{H_2O} = \underset{74}{Ca(OH)_2} \; ; \; \underset{74}{Ca(OH)_2} + \underset{44}{CO_2} = \underset{100}{CaCO_3} + \underset{18}{H_2O}$$

(h) মিশ্রণটি বারুদ। মিশ্রণে আগুন দিলে কার্বন, সালফার ও পটাসিয়াম নাইট্রেট বিক্রিয়া করিয়া প্রধানতঃ কার্বন ডাই-অক্সাইড ও নাইট্রোজেন গ্যাস এবং কিছু কার্বন মনোক্সাইডও উৎপন্ন হয়। উৎপন্ন গ্যাস মিশ্রণের আয়তন কঠিন বারুদের আয়তন অপেক্ষা অনেক বেশী এবং রাসায়নিক ক্রিয়ায় উদ্ভূত তাপের প্রভাবে আয়তন আরও প্রসারিত হয়। এই ক্রিয়াটি খুবই দ্রুত সম্পন্ন হয়। এইজন্য মিশ্রণটি (অর্থাৎ বারুদ) বিস্ফোরণ সহ জ্বলিয়া উঠে। বিক্রিয়াটি জটিল প্রকৃতির—মোটামুটিভাবে নিম্নের সমীকরণ দ্বারা প্রকাশ করা যায়।

$$2KNO_3 + S + 3C = K_2S + N_2 + 3CO_2$$

(*i*) কয়লার আগুনের নীচের দিকের কয়লা পর্যাপ্ত পরিমাণ বায়ুর অক্সিজেন পায় এবং জারিত হইয়া কার্বন ডাই-অক্সাইডে পরিণত হয়। $C+O_2=CO_2$ এই কার্বন ডাই-অক্সাইড লোহিত-তপ্ত কয়লার মধ্য দিয়া উপরে উঠিবার সময় উহার দ্বারা কার্বন মনোক্সাইডে বিজারিত হয়। $CO_2+C=2CO$। উপরের দিকে এই কার্বন মনোক্সাইড অক্সিজেনে নীল শিখার সহিত জ্বলে। $2CO+O_2=CO_2$ সুতরাং কয়লার আগুনের উপর যে নীল শিখা দেখা যায় তাহা কার্বন মনোক্সাইডের দহনের ফলে উৎপন্ন হয়।

(j) শিখা পরীক্ষায় সামান্য পরিমাণ লবণ গাঢ় HCl দ্বারা সিক্ত করিয়া প্লাটিনাম-তারের অগ্রভাগে লইয়া অদীপ্ত শিখায় উত্তপ্ত করা হয়। HCl দ্বারা উত্তপ্ত করিলে লবণটি উদ্বায়ী ক্লোরাইড লবণে পরিণত হয়। এই উদ্বায়ী লবণ বার্নারের অদীপ্ত-শিখাকে বিশিষ্ট বর্ণযুক্ত করে।

Q. 8. How would you distinguish between two gas jars that contain—

(1) carbon monoxide and hydrogen, [H. S., 1963]
(2) carbon monoxide and carbon dioxide. [Cal. I. Sc., 1963]
(3) carbon monoxide and methane, [Cal. I. Sc., 1953]
(4) carbon dioxide and nitrogen, [Cal. I. Sc., 1953]
(5) hydrogen and methane, [Cal. I. Sc., 1953]
(6) ethylene and acetylene,
(7) chlorine and sulphur dioxide, [Cal. I. Sc. 1967]
(8) methane and a mixture of ethylene with twice its volume of hydrogen. [Cal. I. Sc. 1955]

Ans. (1) 134 (d) নং প্রশ্নোত্তর দেখ। (2) 133 নং প্রশ্নোত্তরের (ii), (iii) (iv), (viii) অংশ দেখ। (3) 133 নং প্রশ্নোত্তরে কার্বন মনোক্সাইডের ধর্মের (ii) (vii), (viii) অংশ এবং 272 নং প্রশ্নোত্তরে মিথেনের ধর্মের (ii), (iv) অংশ দেখ। (4) চুন-জল ও কষ্টিক সোডা দ্রবণ ব্যবহার করিয়া কার্বন ডাই-অক্সাইড সনাক্ত কর। (5) হাইড্রোজেন বায়ুতে জ্বলিয়া জল উৎপন্ন করে। কিন্তু মিথেন বায়ুতে জ্বলিয়া কার্বন ডাই-অক্সাইড ও জল উৎপন্ন করে এবং উৎপন্ন কার্বন ডাই-অক্সাইড

চুন-জল ঘোলা করে। ক্লোরিনের সহিত বিক্রিয়ার জন্য 363 পৃষ্ঠা এবং 649 পৃষ্ঠা দেখ। (6) 275 নং প্রশ্নোত্তরে দেখ। (7) ক্লোরিনের সনাক্তকরণ পরীক্ষা (পৃঃ 367) এবং সালফার ডাই-অক্সাইডের অস্তিত্বের পরীক্ষা (পৃঃ 369) দেখ। প্রয়োজনীয় সমীকরণ দাও। (8) গ্যাস-জার দুইটিতে একটু ধূমায়মান সালফিউরিক অ্যাসিড মিশাইয়া ঝাঁকানো হইল এবং গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডের উপর উপুড় করিয়া বসানো হইল। যে গ্যাস-জারের মধ্যে সালফিউরিক অ্যাসিড বাহিয়া উঠে সেই গ্যাস-জারে ইথিলীন ও হাইড্রোজেনের মিশ্রণ আছে। কারণ ইথিলীন গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড দ্বারা শোষিত হয়। অন্য গ্যাস-জারে ঈথেন আছে।

Q. 9 Describe an experiment in illustration of each of the following :—

(a) Burning in an atmosphere of carbon dioxide.

(b) Promotion of a chemical change by light.

(c) Formation of a solid by the mixing of two gases.

(d) Chemical reaction by means of an electric arc.

(e) Generation of heat when two liquids in cold are mixed together.

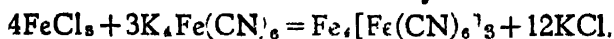
(f) Change of colour when a chemical reaction takes place.

[Cal. I. Sc., 1943, 1958]

Ans. (a) 123 নং প্রশ্নোত্তরের (ii) অংশ দেখ।

(b) 361 পৃষ্ঠায় বর্ণিত পরীক্ষা দেখ। অনুরূপ পরীক্ষায় মিশ্রণটি অন্ধকারে রাখিলে কোন রাসায়নিক ক্রিয়া হয় না। যন্ত্রের স্টপ-কক জলের মধ্যে খুলিলে খানিকটা অংশ জলে ভর্তি হয়। এই জলীয় দ্রবণে পটাসিয়াম আয়োডাইড মিশাইলে আয়োডিন নির্গত হয়। সুতরাং হাইড্রোজেন ও ক্লোরিন অন্ধকারে যুক্ত হয় নাই। (c) 153 (b) নং প্রশ্নোত্তর দেখ। (d) 291 নং প্রশ্নোত্তরে অ্যাসিটিলীনের প্রস্তুতি দেখ। (e) একটি বিকারে শীতল জল লইয়া উহাতে ধীরে ধীরে গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড মিশাইয়া নাড়িয়া দেওয়া হয়। বিকারটি গরম হইয়া যায়। এই মিশ্রণ তৈয়ারি করিবার সময় তাপের উদ্ভব হইয়াছে। (f) একটি টেস্ট-টিউবে ফেরিক

ক্লোরাইড দ্রবণ লইয়া উহাতে পটাসিয়াম ফেরোসায়ানাইড দ্রবণ মিশান হইল। গাঢ় নীল বর্ণের অধঃক্ষেপ আসে। ফেরিক ফেরোসায়ানাইড উৎপন্ন হইয়াছে।

$$4FeCl_3 + 3K_4Fe(CN)_6 = Fe_4[Fe(CN)_6]_3 + 12KCl.$$

Q. 10. How would you remove small quantities of :—

(a) hydrogen chloride from chlorine, (Cal. I. Sc., 1944)

(b) water from ammonia, (Cal I Sc, 1944)

(c) chlorine from oxygen, (Cal. I. Sc., 1944)

(d) sulphuretted hydrogen from hydrogen, (Cal. I. Sc., 1944)

(e) phosphine from hydrogen,

(f) hydrogen chloride vapour from carbon dioxide,

(g) carbon dioxide and sulphur dioxide from carbon monoxide.

(h) hydrogen from hydrogen sulphide,

(i) ethylene, acetylene from methane,

(j) hydrogen from methane,

(k) sulphur dioxide from ethylene,

(l) acetone from methyl alcohol,

(m) hydrogen sulphide from formic acid ?

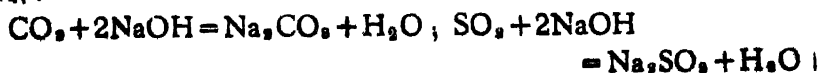
Explain in each case the action of the reagent you would use giving equations.

Ans. (a) 363 পৃষ্ঠা। (b) 92 (c) নং প্রশ্নোত্তর দেখ।

(c) ক্লোরিন মিশ্রিত অক্সিজেনকে শীতল ও লঘু কষ্টিক সোডা দ্রবণের মধ্য দিয়া প্রবাহিত করাইলে ক্লোরিন শোষিত হয়। অক্সিজেন বাহির হইয়া আসে এবং জলের অপসারণ দ্বারা সংগ্রহ করা হয়। কষ্টিক সোডার সহিত ক্লোরিন সোডিয়াম ক্লোরাইড ও হাইপো-ক্লোরাইট উৎপন্ন করে।

$$2NaOH + Cl_2 = NaCl + NaOCl + H_2O.$$

(d) এবং (e)-এর জন্য 97-98 পৃষ্ঠা দেখ। $Pb(NO_3)_2 + H_2S = PbS + 2HNO_3$ (f) 268 পৃষ্ঠা দেখ। (g) কষ্টিক সোডা দ্রবণের মধ্য দিয়া পরিচালিত করিয়া।

$$CO_2 + 2NaOH = Na_2CO_3 + H_2O\ ;\ SO_2 + 2NaOH = Na_2SO_3 + H_2O\ ।$$

(h) 390 পৃষ্ঠা দেখ। (i) 272 নং প্রশ্নোত্তর দেখ। সমীকরণের জন্ত ইথিলীন ও অ্যাসিটিলীনের ধর্ম দেখ। (j) 272 নং প্রশ্নোত্তর দেখ। (k) 273 নং প্রশ্নোত্তর দেখ। (l) 665 পৃষ্ঠায় মিথাইল অ্যালকোহলের বিশুদ্ধিকরণ দেখ। (m) 673 পৃষ্ঠায় ফরমিক অ্যাসিডের বিশুদ্ধিকরণ দেখ।

Q. 11. How would you obtain :—

(1) carbon from carbon dioxide or a carbonate, (2) nitrogen from ammonia, (3) oxygen from caustic soda, (4) hydrogen from nitric acid, (5) chlorine from potassium chlorate ?

[Cal. I. Sc., 1963]

(6) nitrogen from nitric acid, (7) phosphorus from ortho-phosphoric acid, (8) sulphur from sulphuric acid ?

[Cal. B Sc., Part I., 1963]

(9) carbon from methane, ethylene and acetylene, (10) oxygen from bleaching powder and lead nitrate, (11) slaked lime from limestone ?

Ans. (1) 125 নং প্রশ্নোত্তর দেখ। (কার্বনেট দেওয়া থাকিলে উহাতে লঘু HCl মিশাইয়া নির্গত কার্বন ডাই-অক্সাইড সংগ্রহ করা হয় এবং পূর্বের ন্যায় কার্বন পাওয়া যায়। (2) 93 (v) নং প্রশ্নোত্তর দেখ। (3) গলিত কষ্টিক সোডার তড়িৎ-বিশ্লেষণ –235 (a) নং প্রশ্নোত্তর দেখ। (4) 93 (v) নং প্রশ্নোত্তর দেখ। (5) পটাসিয়াম ক্লোরেট দ্রবণের সহিত আয়োডিন মিশাইয়া উত্তপ্ত করিলে ক্লোরিন গ্যাস নির্গত হয়। নির্গত ক্লোরিন বায়ুর ঊর্ধ্ব-অপসারণ দ্বারা গ্যাস-জারে সংগ্রহ করা হয়। (6) 100 (b) নং প্রশ্নোত্তর দেখ। (7) 251—52 পৃষ্ঠা দেখ। (8) 176 (e) নং প্রশ্নোত্তর দেখ। (9) 276 (d) নং প্রশ্নোত্তর দেখ। (10) জলে সিক্ত ব্লিচিং পাউডারের সহিত কয়েক ফোঁটা কোবল্ট ক্লোরাইড দ্রবণ মিশাইয়া উত্তপ্ত করিলে অক্সিজেন গ্যাস নির্গত হয়। জলের উপর সংগ্রহ করা হয়।

$2Ca(OCl)Cl = 2CaCl_2 + O_2$। 46 নং প্রশ্নোত্তরে (v) অংশ দেখ। জলের উপর অক্সিজেন সংগ্রহ করা হয়। (11) 128 ও 129 নং প্রশ্নোত্তর দেখ।

Q. 12 Describe in details how you have performed the following tests for the detection of basic radicals :—

(1) Charcoal reduction test, [H. S., 1970, '72]
(2) Cobalt nitrate test, [H. S, 1969 (Comp.), '71 (Comp)]
(3) Flame test, [H. S., 1959, '70]
(4) Borax-bead test. [H. S, 1969, '71]

Ans. (1) পরীক্ষণীয় পদার্থটির সহিত উহার তিনগুণ পরিমাণ গালক-মিশ্র জলভাবে মিশান হয়। এই মিশ্রণের খানিকটা একখণ্ড কাঠকয়লার গর্তে রাখা হয়। অতঃপর ব্লো-পাইপের সাহায্যে ফুঁ দিয়া বুনসেন বার্নারের প্রদীপ্ত শিখা দ্বারা তীব্র উত্তপ্ত করা হয়।

[লেড, কপার, আয়রন, জিংক, অ্যালুমিনিয়াম, ক্যালসিয়াম, ম্যাগনেসিয়াম মূলকের ক্ষেত্রে যে পর্যবেক্ষণ হইবে তাহার জন্য Q. 13-এর উত্তরে দেখ।]

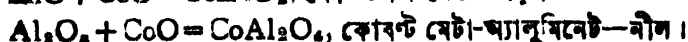
(2) একখণ্ড কাঠকয়লার গর্তে সামান্য পরিমাণ যৌগিক পদার্থ রাখিয়া উহাকে ব্লো-পাইপের সাহায্যে দীপ্তিহীন শিখায় উত্তপ্ত করা হয়। পদার্থটি ভাস্বর হইয়া উঠিলে কাঠকয়লার খণ্ডটি শিখার বাহিরে আনিয়া উহাতে দুই-এক ফোঁটা লঘু কোবল্ট নাইট্রেট মিশাইয়া পুনরায় পূর্বের ন্যায় দীপ্তিহীন শিখায় উত্তপ্ত করা হয়। অতঃপর অবশেষের বর্ণ লক্ষ্য করা হয়।

পদার্থ	অবশেষের বর্ণ
জিংক যৌগ	সবুজ
অ্যালুমিনিয়াম যৌগ	নীল
ম্যাগনেসিয়াম যৌগ	গোলাপী
ক্যালসিয়াম যৌগ	ধূসর

বিক্রিয়া : উত্তাপে কোবল্ট নাইট্রেট বিযোজিত হইয়া কোবল্ট অক্সাইডে পরিণত হয়। উৎপন্ন কোবল্ট অক্সাইড ধাতব অক্সাইডের সহিত যুক্ত হইয়া বিভিন্ন বর্ণের যৌগ উৎপন্ন করে।

$2Co(NO_3)_2 = 2CoO + 4NO_2 + O_2$

$ZnO + CoO = CoZnO_2$, কোবল্ট জিংকেট—সবুজ

$Al_2O_3 + CoO = CoAl_2O_4$, কোবল্ট মেটা-অ্যালুমিনেট—নীল।

(3) একটি প্লাটিনাম-তারের অগ্রভাগ বুনসেন বার্নারের শিখায় পোড়াইয়া পরিষ্কার করা হয়। প্লাটিনাম-তারের অগ্রভাগ গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডে ডুবাইয়া খুব অল্প পরিমাণ লবণ উহা দ্বারা স্পর্শ করিয়া বুনসেন শিখার দীপ্তিহীন শিখায় ধরা হয়। শিখার বর্ণ লক্ষ্য করা হয়।

[ক্যালসিয়াম, কপার ও লেড মূলকের ক্ষেত্রে শিখার যে বর্ণ হইবে তাহার জন্য Q. 13-এর উত্তর দেখ।

(4) প্লাটিনাম-তারের অগ্রভাগে সোহাগাচূর্ণ (বোরাক্স) গলাইয়া সোহাগাগুটি তৈয়ারি করা হয়। পরীক্ষণীয় লবণ দ্বারা সোহাগাগুটি স্পর্শ করিয়া উহাকে একবার জারক শিখায় এবং আরেকবার বিজারক শিখায় উত্তপ্ত করা হয়। সোহাগাগুটির বর্ণ লক্ষ্য করা হয়।

[কপার ও আয়রন মূলকের ক্ষেত্রে যে পর্যবেক্ষণ হইবে তাহার জন্য Q. 13-এর উত্তর দেখ।]

বিক্রিয়া: উত্তাপে বোরাক্স হইতে প্রথমে কেলাস-জল নির্গত হয় এবং স্পঞ্জের মত ফুলিয়া উঠে। পরে ইহা গলিয়া একটি স্বচ্ছ কাচের মত পদার্থে পরিণত হয়। ইহা সোডিয়াম মেটাবোরেট ও বোরিক অক্সাইডের মিশ্রণ। কপার ও আয়রনের সহিত এই মিশ্রণ রঙিন পদার্থ উৎপন্ন করে।

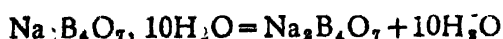
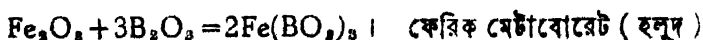
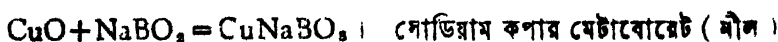
$$Na_2B_4O_7, 10H_2O = Na_2B_4O_7 + 10H_2O$$

$$Na_2B_4O_7 = 2NaBO_2 + B_2O_3$$

জারক শিখায়—

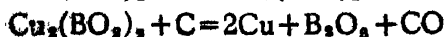
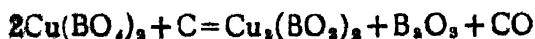
$CuO + NaBO_2 = CuNaBO_3$। সোডিয়াম কপার মেটাবোরেট (নীল)

$CuO + B_2O_3 = Cu(BO_2)_2$। কপার মেটাবোরেট (নীল)

$Fe_2O_3 + 3B_2O_3 = 2Fe(BO_2)_3$। ফেরিক মেটাবোরেট (হলুদ)

বিজারক শিখায় উত্তপ্ত করিলে কপার লবণ ধাতব কপারে (লাল) এবং ফেরিক মেটাবোরেট বিজারিত হইয়া ফেরাস মেটাবোরেট (হাল্কা সবুজ বর্ণ)-এ পরিণত হয়।

$$2Cu(BO_2)_2 + C = Cu_2(BO_2)_2 + B_2O_3 + CO$$

$$Cu_2(BO_2)_2 + C = 2Cu + B_2O_3 + CO$$

$$2Fe(BO_2)_3 + C = 2Fe(BO_2)_2 + B_2O_3 + CO$$

Q. 13. How would you identify the following metallic or basic radicals (in salts soluble in water or dilute hydrochloric acid given singly) :—

lead, copper, aluminium, iron, zinc, calcium, magnesium.

Ans. লেড মূলক (Pb^{++}): শুষ্ক পরীক্ষা—লেড লবণের সহিত প্রায় চারিগুণ পরিমাণ অনার্দ্র সোডিয়াম কার্বনেট মিশাইয়া মিশ্রণটি চারকোল ব্লকে রাখিয়া বুনসেন বার্নারের প্রদীপ্ত শিখায় উত্তপ্ত করা হয়। হলুদ বর্ণের আস্তরণ, চকচকে নরম ধাতব গুটি দেখা যায়—ইহা কাগজে দাগ কাটে। লেড লবণ বিজারিত হইয় ধাতব লেডে পরিণত হয়।

সিক্ত পরীক্ষা—লেড লবণের জলীয় দ্রবণে লঘু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড মিশাইলে সাদা লেড ক্লোরাইডের অধঃক্ষেপ পড়ে। $Pb(NO_3)_2+2HCl=PbCl_2+2HNO_3$। সাদা অধঃক্ষেপ জলের সহিত মিশাইয়া ফুটাইলে দ্রবীভূত হয় এবং ঠাণ্ডা করিলে সাদা চকচকে কেলাস উৎপন্ন হয়। লেড ক্লোরাইডের উত্তপ্ত দ্রবণে পটাসিয়াম আয়োডাইড বা পটাসিয়াম ক্রোমেট দ্রবণ মিশাইলে হলুদ বর্ণের লেড আয়োডাইড বা লেড ক্রোমেট অধঃক্ষিপ্ত হয়। $PbCl_2+2KI=PbI_2+2KCl$; $PbCl_2+K_2CrO_4=PbCrO_4+2KCl$.

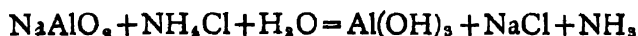
কপার মূলক (Cu^{++}): শুষ্ক পরীক্ষা—(i) চারকোল বিজারণ পরীক্ষা (এখানে বর্ণনা কর) করিলে লাল বর্ণের আঁশ পাওয়া যায়। কপারের লবণ বিজারিত হইয়া ধাতব কপারে পরিণত হয়। (ii) প্লাটিনাম তারের সাহায্যে শিখা পরীক্ষা করিলে শিখার বর্ণ নীলাভ সবুজ বা নীল হয়। (iii) বোরাক্স বীড্ পরীক্ষায় জারক শিখায় উত্তপ্ত অবস্থায় সবুজ, শীতল অবস্থায় নীল বর্ণের স্বচ্ছ বীড্; বিজারক শিখায় লাল অস্বচ্ছ বীড্।

সিক্ত পরীক্ষা—কপার লবণের দ্রবণে লঘু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড মিশাইয়া গরম করা হয় এবং গরম দ্রবণে হাইড্রোজেন সালফাইড গ্যাস পরিচালিত করিলে কালো কপার সালফাইড অধঃক্ষিপ্ত হয়। $CuSO_4+H_2S=CuS+H_2SO_4$। ফিলটার করিয়া কালো কপার সালফাইড পৃথক করিয়া লঘু নাইট্রিক অ্যাসিড মিশাইয়া

উত্তপ্ত করা হয়। অধঃক্ষেপ দ্রবীভূত হইয়া নীল দ্রবণ উৎপন্ন করে। $CuS+2HNO_3=Cu(NO_3)_2+H_2S$। এই দ্রবণে অতিরিক্ত অ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইড মিশাইলে গাঢ় নীলবর্ণের দ্রবণ উৎপন্ন হয়। (সমীকরণ 232 পৃষ্ঠার (iii) অংশের সমীকরণের ন্যায়)। দ্রবণের আরেক অংশে পটাসিয়াম ফেরোসায়ানাইড দ্রবণ মিশাইলে চকোলেট বর্ণের অধঃক্ষেপ (কপার ফেরোসায়ানাইড) পড়ে।

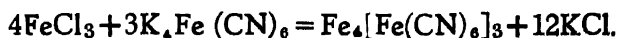
অ্যালুমিনিয়াম মূলক (Al^{+++}): শুষ্ক পরীক্ষা—(i) চারকোল বিজারণ পরীক্ষায় সাদা অবশেষ পাওয়া যায়। (ii) এই সাদা অবশেষে দুই বা এক ফোঁটা কোবল্ট নাইট্রেট মিশাইয়া জারক শিখায় তীব্র উত্তপ্ত করিলে অবশেষের বর্ণ নীল হয়। $2Co(NO_3)_2=2CoO+4NO_2+O_2$; $Al_2O_3+CoO=CoAl_2O_4$ (কোবল্ট মেটা-অ্যালুমিনেট)—ইহাকে Thenard's blue বলে।

সিক্ত পরীক্ষা—লবণের দ্রবণে অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড মিশাইয়া ফুটান হয় এবং স্বচ্ছ ও উত্তপ্ত দ্রবণে অতিরিক্ত অ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইড মিশান হয়, যেন দ্রবণ হইতে স্থায়িভাবে অ্যামোনিয়ার গন্ধ আসে। সাদা আঠালো অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রক্সাইড অধঃক্ষিপ্ত হয়। $AlCl_3+3NH_4OH=Al(OH)_3+3NH_4Cl$। এই সাদা অধঃক্ষেপ কষ্টিক সোডা দ্রবণের সহিত ফুটাইলে সোডিয়াম অ্যালুমিনেট উৎপন্ন হইয়া উহা দ্রবীভূত হয়। $Al(OH)_3+NaOH=NaAlO_2+2H_2O$। এই দ্রবণে কঠিন অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড মিশাইয়া ফুটাইলে অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রক্সাইডের সাদা আঠালো অধঃক্ষেপ আসে।

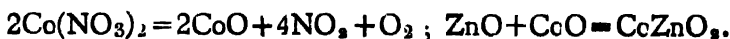
$$NaAlO_2+NH_4Cl+H_2O=Al(OH)_3+NaCl+NH_3$$

আয়রন মূলক (Fe^{+++}): শুষ্ক পরীক্ষা—(i) চারকোল বিজারণ পরীক্ষায় কালো বর্ণের অবশেষ পাওয়া যায়—অবশেষ চুম্বক দ্বারা আকৃষ্ট হয়। আয়রন লবণ বিজারিত হইয়া ধাতব আয়রনে পরিণত হয়। (ii) বোরাক্স বীড্ পরীক্ষায় জারক শিখায় হলুদ স্বচ্ছ বীড্ এবং বিজারক শিখায় হাল্কা সবুজ বর্ণের স্বচ্ছ বীড্ দেখা যায়।

সিক্ত পরীক্ষা—আয়রনের লবণের দ্রবণে কয়েক ফোঁটা গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিড মিশাইয়া ফুটান হয়। এই দ্রবণে অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড দ্রবণ মিশাইয়া আবার

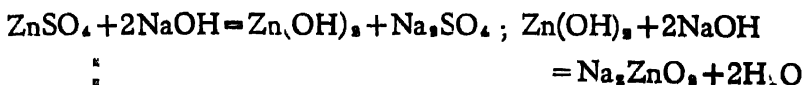
ফুটান হয়। উত্তপ্ত ও স্বচ্ছ দ্রবণে অতিরিক্ত অ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইড মিশান হয়, যেন দ্রবণ হইতে স্থায়িভাবে অ্যামোনিয়ার গন্ধ আসে। বাদামী বর্ণের আঠালো ফেরিক হাইড্রক্সাইড অধঃক্ষিপ্ত হয়। $FeCl_3+3NH_4OH=Fe(OH)_3+3NH_4Cl$। বাদামী অধঃক্ষেপ লঘু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডে দ্রবীভূত করা হয়। (a) দ্রবণের এক অংশে পটাসিয়াম ফেরোসায়ানাইড দ্রবণ মিশাইলে গাঢ় নীল বর্ণের অধঃক্ষেপ আসে। ফেরিক ফেরোসায়ানাইড নামক একটি জটিল লবণ উৎপন্ন হয়। ইহাকে Prussian blue বলে।

$$4FeCl_3+3K_4Fe(CN)_6=Fe_4[Fe(CN)_6]_3+12KCl.$$

(b) দ্রবণের আরেক অংশে অ্যামোনিয়াম থায়োসায়ানেট দ্রবণ মিশাইলে দ্রবণের বর্ণ গাঢ় লাল হয়।

জিংক মূলক (Zn^{++}): শুষ্ক পরীক্ষা—(i) চারকোল বিজারণ পরীক্ষায় উত্তপ্ত অবস্থায় অবশেষ হলুদ কিন্তু শীতল করিলে উহা সাদা হয়। (ii) এই সাদা অবশেষে দুই-এক ফোঁটা কোবল্ট নাইট্রেট দ্রবণ মিশাইয়া জারক শিখায় তীব্র উত্তপ্ত করিলে অবশেষের বর্ণ সবুজ হয়। কোবল্ট জিংকেট উৎপন্ন হয়। ইহাকে Rinmann's green বলে।

$$2Co(NO_3)_2=2CoO+4NO_2+O_2\ ;\ ZnO+CoO=CoZnO_2.$$

সিক্ত পরীক্ষা—(i) জিংক লবণের দ্রবণে অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড ও অতিরিক্ত পরিমাণে অ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইড দ্রবণ মিশাইয়া উহাতে হাইড্রোজেন সালফাইড গ্যাস পরিচালিত করা হয়। জিংক সালফাইডের সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে।

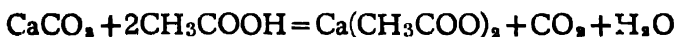
(ii) দ্রবণের আরেক অংশে সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড দ্রবণ মিশান হইল। প্রথমে সাদা অধঃক্ষেপ (জিংক হাইড্রক্সাইড) আসে। অতিরিক্ত সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড দ্রবণে ইহা সোডিয়াম জিংকেট উৎপন্ন করিয়া দ্রবীভূত হয়।

$$ZnSO_4+2NaOH=Zn(OH)_2+Na_2SO_4\ ;\ Zn(OH)_2+2NaOH=Na_2ZnO_2+2H_2O$$

ক্যালসিয়াম মূলক (Ca^{++}): শুষ্ক পরীক্ষা—(i) চারকোল বিজারণ পরীক্ষায় সাদা অবশেষ এবং (ii) কোবল্ট নাইট্রেট পরীক্ষায় ধূসর বর্ণের অবশেষ পাওয়া যায়।

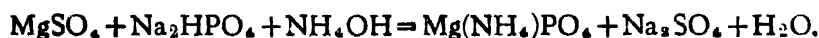
(iii) প্লাটিনাম তারের সাহায্যে শিখা পরীক্ষা করিলে শিখার বর্ণ ইটের রঙের ন্যায় লাল হয় এবং লাল বর্ণ ক্ষণস্থায়ী।

সিক্ত পরীক্ষা—(i) ক্যালসিয়াম লবণের দ্রবণে অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড ও অতিরিক্ত পরিমাণ অ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইড মিশাইয়া উহাতে অ্যামোনিয়াম কার্বনেটের গাঢ় দ্রবণ মিশান হইল এবং সামান্য গরম করা হইল। ক্যালসিয়াম কার্বনেটের সাদা অধঃক্ষেপ আসে। $CaCl_2+(NH_4)_2CO_3=CaCO_3+2NH_4Cl$. (ii) এই সাদা অধঃক্ষেপ উষ্ণ লঘু অ্যাসেটিক অ্যাসিডে দ্রবীভূত করা হয়। ক্যালসিয়াম অ্যাসিটেট উৎপন্ন হয়। এই দ্রবণে অ্যামোনিয়াম অক্সালেট দ্রবণ মিশাইলে সাদা ক্যালসিয়াম অক্সালেট অধঃক্ষিপ্ত হয়।

$$CaCO_3+2CH_3COOH=Ca(CH_3COO)_2+CO_2+H_2O$$

$$Ca(CH_3COO)_2+(NH_4)_2C_2O_4=CaC_2O_4+2CH_3COONH_4.$$

ম্যাগনেসিয়াম মূলক (Mg^{++}): শুষ্ক পরীক্ষা—(i) চারকোল বিজারণ পরীক্ষায় সাদা অবশেষ এবং (ii) কোবল্ট নাইট্রেট পরীক্ষায় গোলাপী বর্ণের অবশেষ পাওয়া যায়।

সিক্ত পরীক্ষা—(i) ম্যাগনেসিয়াম লবণের দ্রবণ লইয়া উহাতে অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড ও অ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইড দ্রবণ মিশানো হইল। উহাতে ডাই-সোডিয়াম হাইড্রোজেন ফসফেট দ্রবণ মিশাইয়া নাড়িয়া দেওয়া হইল। ম্যাগনেসিয়াম অ্যামোনিয়াম ফসফেটের সাদা স্ফটিকাকার অধঃক্ষেপ আসে।

$$MgSO_4+Na_2HPO_4+NH_4OH=Mg(NH_4)PO_4+Na_2SO_4+H_2O.$$

Q. 14. (i) To an acidified solution of a colourless crystalline salt soluble in water, sulphuretted hydrogen is passed but no precipitate is formed. But when the original solution is made ammoniacal in presence of ammonium chloride a white gelatinous precipitate is formed. Name the metallic radical. How would you confirm it?

Ans. অ্যাসিড-মিশ্রিত জলীয় দ্রবণে হাইড্রোজেন সালফাইড গ্যাস পরিচালিত করিলে কোন অধঃক্ষেপ পড়ে না। সুতরাং দ্রবণে লেড বা কপার মূলক নাই।

অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইডের উপস্থিতিতে মূল দ্রবণ অ্যামোনিয়াযুক্ত করিলে সাদা আঠালো অধঃক্ষেপ পাওয়া যায়। উহা অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রক্সাইডের। সুতরাং ধাতব মূলকটি অ্যালুমিনিয়াম।

সুনিশ্চিত পরীক্ষা : অধঃক্ষেপ ছাঁকিয়া পৃথক করা হয়। উহাতে কষ্টিক সোডা দ্রবণ মিশাইয়া উত্তপ্ত করিলে অধঃক্ষেপ দ্রবীভূত হয়। দ্রবণে সোডিয়াম অ্যালুমিনেট গঠিত হয়। $Al(OH)_3 + NaOH = NaAlO_2 + 2H_2O$। এই দ্রবণে NH_4Cl (কঠিন) মিশাইয়া উত্তপ্ত করিলে আবার সাদা আঠালো অধঃক্ষেপ পড়ে। ইহা $Al(OH)_3$। $NaAlO_2 + NH_4Cl + H_2O = Al(OH)_3 + NaCl + NH_3$

(ii) The aqueous solution of a salt on treatment with conc. HCl gives a heavy white precipitate which is soluble in hot water. What is the basic radical of the salt ? What tests would you perform with the precipitate for its furthur confirmation ?

[H. S. 1972]

Ans. লেড মূলক। সুনিশ্চিত পরীক্ষার জন্য Q. 13-এ লেড মূলকের সিক্ত পরীক্ষা দেখ।

Q. 15. How would you distinguish between metallic aluminium and magnesium, if supplied in the form of thin foils ? What happens when they are strongly heated in air ? What is the action of water on th. reaction products of the previous experiment ?

[Cal. I. Sc., 1959]

Ans. (i) ধাতু দুইটির পাত (foil) হইতে সামান্য অংশ দুইটি টেস্ট-টিউবে লইয়া পৃথকভাবে গাঢ় কষ্টিক সোডা দ্রবণ মিশাইয়া ফুটান হইল। যে ধাতু দ্রবীভূত হয় সেইটি অ্যালুমিনিয়াম। কারণ, অ্যালুমিনিয়াম উত্তপ্ত কষ্টিক সোডা দ্রবণে সোডিয়াম অ্যালুমিনেট উৎপন্ন করিয়া দ্রবীভূত হয়। কিন্তু ম্যাগনেসিয়াম ঐ অবস্থায় অপরিবর্তিত থাকে। $2Al + 2NaOH + 2H_2O = 2NaAlO_2 + 3H_2$.

(ii) ধাতু দুইটির ছোট টুকরা দুইটি স্টেট-টিউবে লইয়া অতি লঘু নাইট্রিক অ্যাসিড মিশানো হইল। যে ধাতুটি অতি লঘু নাইট্রিক অ্যাসিডে দ্রবীভূত হইয়া হাইড্রোজেন গ্যাস নির্গত করে সেইটি ম্যাগনেসিয়াম। নির্গত গ্যাস যে হাইড্রোজেন

তাহা প্রমাণ করিবার জন্য গ্যাসের মধ্যে জ্বলন্ত শলাকা ধরা হয়। নীল শিখাসহ গ্যাস জ্বলে। $Mg+2HNO_3=Mg(NO_3)_2+H_2$। অ্যালুমিনিয়াম সাধারণ তাপমাত্রায় লঘু নাইট্রিক অ্যাসিডে দ্রবীভূত হয় না।

পরবর্তী অংশের জন্য 598, 613 পৃষ্ঠায় ম্যাগনেসিয়াম ও অ্যালুমিনিয়ামের ধর্ম দেখ। জলের বিক্রিয়া: MgO—পৃষ্ঠা 86; Mg_3N_2—পৃষ্ঠা 78; Al_2O_3—জলে অদ্রাব্য; AlN: 150°C—180°C তাপমাত্রায় জলের (অতি উত্তপ্ত ষ্টীম) সহিত বিক্রিয়ায় অ্যামোনিয়া গ্যাস নির্গত হয় এবং অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইড উৎপন্ন হয়। $2AlN+3H_2O=Al_2O_3+2NH_3$.

Q. 16. Describe the test you would apply to establish the identity of the following:

(a) A grey solid that may be either graphite or iodine.

(b) A white powder that may be either a sulphate or a sulphide or a sulphite.

(c) A strip of white metal that may be either calcium or magnesium.

(d) A white substance that may be lime or magnesia or zinc white or white lead.

(e) An oil that may be either a mineral oil or a vegetable oil.

(f) A white substance that may be either sodium carbonate or sodium bicarbonate.

Hints. (a) 380 পৃষ্ঠায় Addl. Q. 7. (b) 185 (a) নং প্রশ্নোত্তর দেখ। (c) ক্যালসিয়াম জলের সহিত সাধারণ তাপমাত্রায় হাইড্রোজেন গ্যাস নির্গত করে এবং ক্যালসিয়াম হাইড্রক্সাইড দ্রবণ উৎপন্ন হয়। উৎপন্ন দ্রবণ ক্ষারধর্মী—লাল লিটমাস নীল করে। নির্গত গ্যাসের সনাক্তকরণ করিতে হইবে। ঐ অবস্থায় ম্যাগনেসিয়াম অপরিবর্তিত থাকে। উৎপন্ন ক্যালসিয়াম হাইড্রক্সাইডে লঘু HCl মিশাইলে $CaCl_2$-এর দ্রবণ উৎপন্ন হয়। ম্যাগনেসিয়াম ধাতুর সহিত লঘু HCl মিশাইলে $MgCl_2$ দ্রবণ পাওয়া যায়। এই দ্রবণ দুইটি লইয়া ক্ষারকীয় মূলকের সনাক্তকরণ। (d) লাইম CaO, ম্যাগনেসিয়া MgO, জিংক হোয়াইট ZnO এবং হোয়াইট লেড বা (শ্বেতসীস) $2PbCO_3, Pb(OH)_2$। ইহাদের ক্ষারকীয় মূলক

সনাক্তকরণ। এই অধ্যায়ের 13 নং প্রশ্নোত্তরে দেখ, পৃষ্ঠা 721। (e) 295 (c) নং প্রশ্নোত্তর দেখ। (f) 135 (a) নং প্রশ্নোত্তর দেখ।

Q. 17. You are supplied with the following substances in different test tubes. Can you identify them from appearance and colour ? How would you detect chemically the basic and acidic radicals present in the substances ?

(a) ammonium nitrate, (b) magnesium carbonate, (c) copper sulphate, (d) zinc sulphate, (e) ferrous chloride, (f) copper nitrate.

[cf. Cal. I. Sc. 1957 ; Cal., Pre-University, 1961]

Ans. পৃঃ 231, 240, 286, 414, 357 এবং Misc. Q. 13 (পৃষ্ঠা 721) দেখ।

Q. 18. (a) When one litre of a solution of silver nitrate was electrolysed for sometime 0·1259 g. of the metal was deposited on the cathode. 20 c.c. of the solution gave 1·677 g. of silver chloride after electrolysis. Find the strength of the solution in terms of normality before and after electrolysis. (Ag = 108, Cl = 35·5)

[Cal. I. Sc., 1944 ; cf. 1957]

(b) 2 g. of a mixture of carbonate, bicarbonate and chloride of sodium gave on gentle heating till no further evolution of gas occurred 62 c.c. of CO_2 at 26°C and 752 mm. pressure.

1·6 g. of the same mixture required 26 c. c (N)HCl for complete neutralisation [or 1·6 g. of the same mixture required sufficient HCl obtained from 1·52 g. of NaCl for complete neutralisation].

Calculate the percentage of carbonate, bicarbonate and chloride in the mixture. (Na = 23·0, C = 12·0, O = 16·0, Cl = 35·5)

[Cal. I.Sc., 1943 ; 1943]

Ans. (a) AgCl-এর গ্রাম-আণবিক ওজন = (108 + 35·5) = 143·5 গ্রাম, ইহার মধ্যে 108 গ্রাম সিলভার আছে। সুতরাং 1·677 গ্রাম সিলভার ক্লোরাইডে $\frac{108 \times 1·677}{143·5}$ বা 1·2621 গ্রাম সিলভার আছে। তড়িৎ-বিশ্লেষণের পরে 20 c.c.

দ্রবণে 1·2621 গ্রাম সিলভার আছে। সুতরাং তড়িৎ-বিশ্লেষণের পরে 1000 c.c. দ্রবণে সিলভার আছে $\frac{1{\cdot}2621\times1000}{20}$ বা 63·105 গ্রাম। সিলভার নাইট্রেটের নর্মাল দ্রবণে সিলভার আছে 108 গ্রাম (এক গ্রাম তুল্যাংক)।

∴ তড়িৎ-বিশ্লেষণের পরে দ্রবণের মাত্রা $=\frac{63{\cdot}105}{108}N=0{\cdot}5843\ N.$

যেহেতু তড়িৎ-বিশ্লেষণের ফলে 0·1259 গ্রাম সিলভার সঞ্চিত হইয়াছিল, তড়িৎ-বিশ্লেষণের পূর্বে (63·105+0·1259) বা 63·2309 গ্রাম সিলভার ছিল এক লিটার বা 1000 c.c. দ্রবণে। সুতরাং তড়িৎ-বিশ্লেষণের পূর্বে দ্রবণের মাত্রা $=\frac{63{\cdot}2309}{108}N=0{\cdot}58547\ N$ ।

(b) N. T. P.-তে CO_2 এর আয়তন V হইলে,

$$\frac{V\times760}{273}=\frac{62\times752}{273+26}\text{ বা, }V=\frac{62\times752\times273}{299\times760}=56{\cdot}02\text{ c.c.}$$

মিশ্রণটি উত্তপ্ত করিলে কেবলমাত্র সোডিয়াম বাই-কার্বনেট হইতে কার্বন ডাই-অক্সাইড নির্গত হয়। সমীকরণটি নিম্নরূপ—

$$2NaHCO_3 = Na_2CO_3+H_2O+CO_2$$

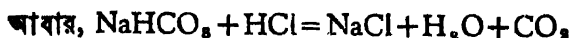
$2\times(23+1+12+48)$বা 168   22·4 লিটার N.T.P. তে।

22400 c.c. CO_2 (N. T. P.-তে) নির্গত হয় 168 গ্রাম $NaHCO_3$ হইতে,

∴ 56·02 c.c. „ „ „ $\frac{168\times56{\cdot}02}{22400}$ বা 0·4202 গ্রাম $NaHCO_3$ হইতে।

সুতরাং 2 গ্রাম মিশ্রণে 0·4202 গ্রাম $NaHCO_3$ আছে।

∴ 1·6 গ্রাম মিশ্রণে $\frac{0{\cdot}4202\times1{\cdot}6}{2}$ বা 0·33616 গ্রাম $NaHCO_3$ আছে।

আবার, $NaHCO_3+HCl=NaCl+H_2O+CO_2$

∴ 84 গ্রাম $NaHCO_3\equiv1000$ c.c. (N)HCl দ্রবণ

∴ 0·33616 গ্রাম $NaHCO_3$-এর জন্ত প্রয়োজনীয় HCl দ্রবণের আয়তন

$$= \frac{100 \times 0{\cdot}33616}{84} = 4{\cdot}00 \text{ c.c. (N)}\cdot HCl.$$

∴ মিশ্রণের Na_2CO_3 প্রশমনের জন্ত HCl প্রয়োজন $= (26 - 4)$ বা 22 c.c. (N)HCl.

22 c.c. (N)HCl ≡ 22 c.c. (N)Na_2CO_3.

$$\equiv \frac{22 \times 53}{100} \text{ বা } 1{\cdot}166 \text{ গ্রাম } Na_2CO_3$$

(কারণ 1000 c.c. (N)Na_2CO_3 দ্রবণে Na_2CO_3 আছে 53 গ্রাম।)

সুতরাং 1.6 গ্রাম মিশ্রণে Na_2CO_3-এর পরিমাণ = 1·166 গ্রাম ; $NaHCO_3$ এর পরিমাণ = 0·33616 গ্রাম এবং NaCl-এর পরিমাণ = 1·6 − (1·166 + 0·33616) বা 0·09784 গ্রাম।

$$\text{সুতরাং, মিশ্রণে } NaHCO_3\text{-এর শতকরা মাত্রা} = \frac{0{\cdot}33616}{1{\cdot}6} \times 100 = 21{\cdot}01$$

$$\text{মিশ্রণে } Na_2CO_3\text{-এর শতকরা মাত্রা} = \frac{1{\cdot}166}{1{\cdot}6} \times 100 = 72{\cdot}875$$

$$\text{„ NaCl „ „ „} = \frac{0{\cdot}09784}{1{\cdot}6} \times 100 = 6{\cdot}115.$$

[দ্বিতীয় উপায়—সংকেত (i) 1·52 g. NaCl হইতে কত গ্রাম HCl পাওয়া যায় তাহা প্রথমে নির্ণয় কর। $2NaCl + H_2SO_4 = 2HCl + Na_2SO_4$.

2 × 58·5   2 × 36·5 গ্রাম

(ii) 0·33616 গ্রাম $NaHCO_3$ প্রশমনের জন্ত কত গ্রাম HCl প্রয়োজন তাহা $NaHCO_3 + HCl = NaCl + H_2O + CO_2$, এই সমীকরণের সাহায্যে নির্ণয় কর। (iii) সুতরাং, বাকি HCl লাগে Na_2CO_3-এর প্রশমনের জন্ত। $Na_2CO_3 + 2HCl = 2NaCl + CO_2 + H_2O$, এই সমীকরণ হইতে মিশ্রণে (1·6 গ্রাম) কত Na_2CO_3 আছে নির্ণয় কর। (iv) পূর্বের ন্তায় উপাদানগুলির শতকরা মাত্রা নির্ণয় কর।]

HOW TO ANSWER A PARTICULAR QUESTION

1. রাসায়নিক বিক্রিয়া সম্পর্কীয় প্রশ্নের (State what happens when etc.) উত্তর লিখিবার সময় নিম্নলিখিত বিষয়গুলি উল্লেখ করিবে :

(a) বিক্রিয়ার ফলে উৎপন্ন পদার্থের নাম (কথায়), (b) বিক্রিয়াকালে কোন পরিবর্তন লক্ষ্য করা গেলে তাহা ; যথা—বর্ণের পরিবর্তন, অধঃক্ষেপণ, অতিরিক্ত বিকারকে অধঃক্ষেপ দ্রবীভূত হওয়া, গ্যাস (বর্ণহীন বা গন্ধহীন বা বিশিষ্ট গন্ধ ও বর্ণযুক্ত) নির্গত হওয়া ইত্যাদি। (c) বিক্রিয়ার প্রকৃতি ; যথা—জারণ, বিজারণ, বিযোজন, প্রতিস্থাপন ইত্যাদি। (d) বিক্রিয়ার কোন শর্তের উল্লেখ না থাকিলে সম্ভাব্য শর্তগুলি ; যথা—তাপমাত্রা, চাপ, অনুঘটকের ব্যবহার ইত্যাদি। (e) সামঞ্জস্য বিধান করা সমীকরণ (balanced equation)।

2. কোন পদার্থের প্রস্তুতি বর্ণনা করিতে হইলে নিম্নলিখিত বিষয়গুলি উল্লেখ করিবে :

(a) সমীকরণ-সহ প্রস্তুতির নীতি, (b) প্রয়োজনীয় রাসায়নিক দ্রব্যাদি, (c) যন্ত্রপাতির চিত্র এবং বর্ণনা, (d) প্রস্তুতির জন্য প্রয়োজনীয় শর্ত (শীতল অবস্থায়, সাধারণ তাপমাত্রায়, উত্তপ্ত অবস্থায়, অনুঘটকের ব্যবহার ইত্যাদি), (e) উৎপন্ন পদার্থের বিশুদ্ধিকরণ ও সংগ্রহ।

3. পদার্থের ধর্ম ও ব্যবহার সম্পর্কে : ভৌত ধর্ম অপেক্ষা রাসায়নিক ধর্ম অপেক্ষাকৃত গুরুত্বপূর্ণ। উভয় ধর্মই উল্লেখ করিতে হইবে। একই প্রকৃতির একাধিক ধর্ম না বলিয়া বিভিন্ন প্রকৃতির ধর্মগুলি উল্লেখ করা প্রয়োজন। রাসায়নিক ধর্ম উল্লেখকালে সমীকরণ লিখিতে হইবে। "Describe the properties of a substanee." এবং "Describe experiments to illustrate the properties of a substance" এই দুইটির পার্থক্য লক্ষ্য করিবে। দ্বিতীয় ক্ষেত্রে, এক একটি পরীক্ষা বর্ণনা করিয়া উহার পর্যবেক্ষণ ও সিদ্ধান্ত হইতে ধর্মগুলি উল্লেখ করিবে।

পদার্থের ব্যবহার (uses) বিভিন্ন ধরনের (different) এবং নির্দিষ্ট (specific) হওয়া বাঞ্ছনীয়।

4. "Describe the manufacture of···" এবং "State the conditions

for the manufacture of..." এই দুইটি প্রশ্নের পার্থক্য লক্ষ্য করিবে। দ্বিতীয় ক্ষেত্রে নীতি, শর্ত ইত্যাদি সমীকরণ সহ বিশেষভাবে লিখিতে হইবে।

5. সংজ্ঞা (definition) লিখিয়া সর্বদা উহার উদাহরণ দিবে। সংক্ষিপ্ত টীকা (short note বা write what you know about) লিখিবার কালে বিষয়বস্তুটি সম্পর্কে যাহা জানা আছে তাহা সংক্ষেপে লিখিবে এবং উপযুক্ত উদাহরণ দিবে।

6. আকরিকের নাম সংকেত সহ উল্লেখ করিবে। যে আকরিক হইতে ধাতুটি নিষ্কাশিত করা হয় সেইটির নাম অবশ্যই দিবে। ধাতুর নিষ্কাশন লিখিতে প্রতিটি ধাপ (step) পর পর বর্ণনা করিয়া প্রয়োজনীয় সমীকরণ লিখিবে। "Extraction of a metal" এবং "Chemical reactions involved in the extraction of a metal"—এই দুইটির পার্থক্য লক্ষ্য করিবে।

ধাতু-সংকরের নাম উপাদান-ধাতুর নাম সহ দিতে হইবে।

7. পরীক্ষার সাহায্যে কিছু নির্ণয় করা (যথা, দ্রাব্যতা, তুল্যাংক-ভার, সংযুতি ইত্যাদি): পরীক্ষার নীতি, বর্ণনা, ফল ও গণনা, এই ক্রমে লিখিবে।

8. যে-কোন গাণিতিক উদাহরণ (numerical example) সমাধানকালে সম্পূর্ণ রাফ্ (rough) কাজ পরিষ্কারভাবে দেখান প্রয়োজন। কোন ফর্মুলার সাহায্যে সমাধান করিলে ফর্মুলায় ব্যবহৃত সংকেতের পূর্ণ-অর্থ পূর্বেই ব্যাখ্যা করিয়া লইবে।

BOARD OF SECONDARY EDUCATION, WEST BENGAL

Higher Secondary Examination Question Papers

CHEMISTRY—Science Group

1960

FIRST PAPER

Group A (Answer *any three* questions.)

1. What do you understand by the terms : atom, molecule, symbol and formula ? What does a chemical equation indicate ? Illustrate with reference to the equation $N_2 + 3H_2 = 2NH_3$. What does not this equation state about the chemical reaction involved ?

[Q. 7, 72 এবং 74]

2. State the law of conservation of mass. How would you verify it experimentally ? How do you explain the loss in weight of a candle on burning in open air ? [Q. 86 এবং 87 (b)]

3. State Avogadro's hypothesis. One volume of hydrogen combines with one volume of chlorine to form two volumes of hydrochloric acid gas. (The volumes are measured under the same conditions of temperature and pressure). Deduce the formula of hydrochloric acid gas from this observation, given that molecules of hydrogen and of chlorine are diatomic.

Prove that molecular weight of gas or vapour is twice its vapour density. [Q. 143 (b), 147 (a), 146]

4. Write short notes on : (a) water of crystallisation, (b) catalysis, (c) supersaturated solution. Give examples.

[Q. 19 (a), 10, 11 (d)]

5. Calculate the weight of potassium chlorate which on heating will liberate 3·04 litres of oxygen at 27°C and 750 mm. pressure (At. wt. of K = 39 and of Cl = 35·5)

[**Ans.** 9·953 g. ; 332 পৃষ্ঠার 4 নং উদাহরণের ন্যায়]

Group B (Answer *any three* questions.)

6. (a) What do you understand by 'oxidation' and 'reduction'? Give examples. [Q. 82]

(b) What is 'nascent state'? How would you prove that nascent hydrogen is a stronger reducing agent than ordinary hydrogen? [Q. 52]

7. How is hydrogen peroxide prepared? State its important properties and uses. What happens when a dilute aqueous solution of hydrogen peroxide is evaporated on water bath? [Q. 77 ; Q. 79 (a)]

8. State giving equations, what happens when :

(a) lead nitrate is strongly heated [পৃষ্ঠা 92]

(b) sodium nitrate is heated with conc. H_2SO_4 [পৃষ্ঠা 233]

(c) moderately dil. nitric acid is added to copper turnings. [পৃষ্ঠা 241]

(d) ammonium nitrate is heated [পৃষ্ঠা 240]

Mention in each case the colour of the gas or vapour evolved and also of the residue, if any.

9. How is ammonia prepared in the laboratory? How is the gas dried and collected? Sketch the apparatus used. State its properties and uses. [Q. 92]

10. Describe briefly how the following substances are prepared :

(a) ortho phosphoric acid from bone ash. [Q. 115 (a)]

(b) red phosphorus from white phosphorus. [Q. 111 (a)]

(c) hydrochloric acid from sodium chloride. [Q. 152 (a)]

(d) chlorine from conc. hydrochloric acid. [Q. 156 (a)]

State the important physical and chemical properties of chlorine. [Q. 156 (b)]

SECOND PAPER

Group A (Answer *any three* questions.)

1. (a) What is meant by equivalent weight of an element? How is it related to its atomic weight? [Q. 187 (a), 188 (a)]

(b) 2 g. of lead were completely converted into its oxide, which weighed 2·1544 g. What is the equivalent weight of lead ?

[উদাহরণ 3, পৃ: 435]

(c) On heating 0·8567 g. of copper oxide in a current of hydrogen the resultant copper weighed 0·6842 g. What is the equivalent weight of copper ? [Ans. 435 পৃষ্ঠার 5 নং উদাহরণ ।]

2. What is a normal solution ? [Q. 217 (a)]

Calculate the volume of decinormal sulphuric acid required to neutralise 500 c.c. of a solution containing 2·5 g. of caustic soda per litre (at. wt. of Na = 23). Give the ionic explanation of what happens during neutralisation.

[Ans. 517 পৃষ্ঠার 9 নং উদাহরণ এবং Q. 214]

3. Write a short para on each of the following :—

(a) Structure of an atom. [Q. 221]

(b) Electrovalency and covalency. [Q. 222]

(c) Destructive distillation. [Q. 17 (c)]

4. Define the terms : electrolyte, anions, cations. Give examples.

[Q. 202]

State Faraday's laws of electrolysis. Deduce from the laws : (a) definition of electro-chemical equivalent, and (b) relationship between chemical equivalent and electro-chemical equivalent. [Q. 206]

5. How is sulphur dioxide prepared in the laboratory ? State its principal physical and chemical properties. Explain its bleaching action. [Q. 166]

Group B (Answer *any three* questions.)

6. Describe the laboratory method of preparation, purification and collection of carbon monoxide. Compare its properties with those of carbon dioxide. State two of its uses. [Q. 130, 133]

7. Describe any method of preparing methyl alcohol. How is it converted into formaldehyde ? Give their structural

formulae. What do you understand by methylated spirit and formalin ? [Q. 279, 283, 278. 280]

8. How is aluminium extracted from bauxite ? State three of its chemical properties and two of its industrial uses. What is thermit process ? [Q. 252, 253, 254]

9. Describe the reactions involved in the different stages of extraction of copper from copper pyrites. How is the metal refined ? State two of the principal uses of the metal.

[Q. 246, 247]

10. Name the raw materials used in the blast furnace for extraction of pig iron. Give a brief description of the reactions and explain them with the help of simple equations. [Q. 258]

State very briefly the principles of preparation of steel from pig iron. (Description of any of the processes is not required.)

[Q. 259]

What is rust ? Mention two methods for rust prevention.

[Q. 264]

1960 (Compartmental)

FIRST PAPER

Group A (Answer *any three* questions.)

1. Explain what is meant by "water of crystallisation." Give examples, with formulae, of two compounds with water of crystallisation. What happens when blue crystals of copper sulphate are slowly heated ? What do you mean by "efflorescence" and "deliquescence" ? Mention one illustrative compound in each case.

[Q. 19 ; পৃষ্ঠা 631]

2. State the laws of "definite proportions" and "multiple proportions." Illustrate with suitable examples. Give one important reason to explain why air is not regarded as a chemical compound of nitrogen and oxygen. [Q. 90 এবং 37]

3. Write short notes on :—(*a*) colloidal solution, (*b*) atom and (*c*) distillation, Give examples where necessary.

[Q 21 (a), 7 (b), 16]

4. Define "solubility". How would you determine the solubility of sodium chloride at room temperature? What do you mean by 'solubility curves'? State their utility.

[Q. 23(a), 24 (i), 25 (a)]

5. Calculate the weight of calcium carbonate which when completely dissolved in hydrochloric acid will liberate 3 litres of carbon dioxide at 0°C and 750 mm. pressure. [উদাহরণ 10, পৃষ্ঠা 345]

Group B (Answer *any three* questions)

6. How is hydrochloric acid gas prepared and collected in the laboratory? Give a neat sketch of the apparatus. Give equation for the reaction. Describe one or more experiments to illustrate its high solubility in water and its acidic property. What happens when the gas is passed into a dilute solution of silver nitrate?

[Q. 152 (a), 153]

7. Describe the method of preparation of nitric acid from potassium nitrate in the laboratory. Give equation for the reaction. What happens when concentrated nitric acid is dropped on strongly heated pumice stone? [Q. 99, 100 (b)]

Describe briefly two experiments to demonstrate that nitric acid is an oxidising agent. [Q. 100 (a)]

8. What are oxides? How would you classify them? Give one example of each class of oxide stating the basis of its classification as such. [Q. 43]

9. State, giving equations, what happens when—(*a*) a mixture of solutions of sodium nitrite and ammonium chloride is heated.

[পৃষ্ঠা 77]

(*b*) Steam is passed through a red hot iron tube loosely packed with iron turnings. [Q. 71 (i)]

(*c*) Hydrogen is passed over heated copper oxide. [Q. 71 (ii)]

(*d*) Carbon dioxide is passed for a long time through lime water.

[Q. 138 (ii)]

Describe the visible changes accompanying the reaction in each case.

10. Describe briefly, giving equation, the methods of preparation of the following :—

(*a*) a solution of hydrofluoric acid, (*b*) iodine from potassium iodide, (c) nitrous oxide and (*d*) chlorine from sodium chloride. State one use of each product. [Q. 161 (a), 108, 156 (a)]

SECOND PAPER

Group A (Answer *any three* questions.)

1. (a) 0·6842 g of copper was dissolved in nitric acid and the solution was carefully evaporated to dryness. When the solid residue was strongly heated, 0·8567 g. of cupric oxide was produced. Calculate the equivalent weight of copper. [435 পৃষ্ঠার 4 নং উদাহরণ]

(*b*) 1·0813 g. of iron gave 3·1439 g. of ferric chloride. Calculate the equivalent weight of iron in this compound.

[440 পৃষ্ঠার 12 নং উদাহরণ]

The atomic weight of iron is 55·84 ; find the valency of iron in ferric chloride. [462 পৃষ্ঠার 22 নং অঙ্ক]

2. Describe the principle of manufacture of sulphuric acid by the chamber or the contact process. (Description or sketch of plant is not required). Give necessary equations.

[Q. Nos. 179. 180 ; নীতি]

How would you experimentally show that sulphuric acid is a dehydrating agent ? Write the general formula of an alum. What is common alum ? [Q. 176(b), 178]

3. Give a neat sketch of the Kipp's apparatus and describe how it is used for the preparation of hydrogen suphide. Explain the use of the gas as an analytical reagent.

[Q. 173 (*a*), 175]

3. Write short notes on the following :—(*a*) acids, bases and salts ; (*b*) acid salt and basic salt ; (*c*) hydrolysis. Illustrate with

suitable examples. [(*a*) Q. 211 (*a*) ; (*b*) Q. 212 (*a*) ; 212 (*b*) ; (*c*) Q. 214 (*b*)]

5. Give two physical and three chemical differences between metals and non-metals. Which of these is most decisive? Illustrate with examples. [Q. 229 ; রাসায়নিক ধর্মের 1 অংশ]

Group B (Answer *any three* questions.)

6. Describe the chemical reactions involved in the extraction of lead from galena. State four of its properties and two uses. How are litharge and red lead prepared? Describe, giving equations, the action of nitric acid on these compounds.

[Q 255, 256, 257]

7. How is zinc prepared from zinc blende? State four of its chemical properties and name two of its alloys. What do you mean by galvanised iron? How is it obtained?

[Q 248, 250, 251]

8 Describe the chemical reactions by which sodium chloride is converted into sodium carbonate by Solvay's process.

[Q. 238 : নীতি]

What happens when a solution of sodium chloride is electrolysed? State the uses of the products obtained. What will happen if the products are mixed up in the cold?

[Ans. 204 নং প্রশ্নোত্তরের 469 পৃষ্ঠায় দেখ এবং 163 নং প্রশ্নোত্তরের (iii) অংশ পৃষ্ঠা 378 দেখ ।]

9. Write short notes on :—(*a*) saturated and unsaturated compounds, and (*b*) homologous series. Illustrate your answer with the help of structural formulae of compounds known to you.

[Q. 276]

10. How is ethyl alcohol prepared from glucose? Give its structural formula. How would you prove the presence of a hydroxyl group in it? What happens when ethyl alcohol is oxidised? [Q. 280 (a), 278, 281]

1961

FIRST PAPER

Group A (Answer *any three* questions.)

1 Explain the following terms with reference to one example : solution, solvent, solute. Starting from a dilute solution of sodium chloride in water, how would you prepare (*a*) pure water, and (*b*) pure crystals of sodium chloride ? Give experimental details.

[Addl. Q. 3, পৃষ্ঠা 68 দেখ।]

2. Describe one experiment in each case to prove that (i) air contains oxygen ; (ii) it is a mixture and not a compound of oxygen and nitrogen ; and (iii) oxygen and nitrogen are present in air in the ratio of approximately 1 : 4 by volume.

[Ans. (i) 33 নং প্রশ্নোত্তর দেখ। (ii) 37 নং প্রশ্নোত্তরের (6) অংশ দেখ। (iii) 34 নং প্রশ্নোত্তর দেখ।]

3. State Dalton's 'Atomic Theory' and indicate its utility. Explain what you understand by 'atomic weight' of an element.

[Q. 91, 186 (*b*)]

4. Write short notes on *any three* of the following :—

(*a*) acidic oxide and basic oxide [Q. 43] ;

(*b*) hard water and soft water [Q. 59 (*a*), 60] ;

(*c*) Gay Lussac's law of gaseous volumes [Q. 142] ;

(*d*) Solubility curves.

5. Calculate the weight of zinc which when dissolved in excess of dilute sulphuric acid will liberate 0·57 litre of hydrogen at 27°C and 750 mm. pressure. How much $ZnSO_4$ will be produced ? (At wts.—Zn = 65·38, S = 32) [উদাহরণ 4, পৃষ্ঠা 332]

Group B (Answer *any three* questions.)

6. When mercuric oxide is strongly heated in a hard glass tube gas is evolved. What is the name of the gas ? Describe the laboratory method of preparation of the gas from potassium chlorate and explain why it is mixed with manganese dioxide.

Describe four experiments to demonstrate that the gas supports combustion and acts as an oxidising agent in each case. Give equations. [Q. 40 (a) ; Q. 40 ; Q. 42 (a)]

7. How is hydrochloric acid gas prepared in the laboratory ? Describe experiments to illustrate : (*a*) it is very soluble in water and acid to litmus ; (b) its reaction with ammonia gas and (*c*) with silver nitrate solution.

What happens when concentrated hydrochloric acid is electrolysed ? [Q. 152, 153 155]

8. (a) Describe two purely chemical reactions by which hydrogen may be obtained from water. Give equations. [Q. 53 (a)]

(b) Describe an experiment to show that water is produced when hydrogen reduces an oxide of a metal. [Q. 51 (iii)]

9. How is white phosphorus obtained from a mineral containing calcium phosphate. Starting with white phosphorus how would you prepare (*a*) red phosphorus, (*b*) phosphoros pentoxide, and (*c*) ortho-phosphoric acid ? [Q. 110, 111, 114, 115]

10. A colourless crystalline compound has the following percentage compositions : Sulphur 24·24 per cent, nitrogen 21·21 per cent, hydrogen 6·06 per cent ; the rest is oxygen. Determine the empirical formula of the compound. Give the name of the compound if the molecular formula be the same as the empirical formula and if it is found to be sulphate.

What will happen if the compound is heated with a conc. solution of sodium hydroxide ? Give equation. [S = 32 N = 14].

[157 পৃষ্ঠার 3 উদাহরণ ।]

SECOND PAPER

Group A [Answer *any three* questions.]

1. Describe an experiment for the determination of equivalent weight of zinc by displacement of hydrogen from an acid. Indicate the method of calculation from experimental data.

[Q. 190]

2. (a) How would you prepare a decinormal solution of sodium carbonate ?

(b) 25 ml. of 1·12 N/10 sodium hydroxide require 24·0 ml. of a solution of sulphuric acid for complete neutralisation. Calculate the strength of the acid in terms of normality and grams per litre. [1 ml. may be taken as equal to 1 c.c.]
[S=32] উদাহরণ 5, পৃঃ 514]

Explain the reaction with the help of an equation mentioning the ions which disappear during neutralisation.

[Addl. Q. 5, পৃঃ 501]

3. Write short notes on protons, electrons and neutrons. Give the electronic explanation of the formation of the molecules of sodium fluoride and fluorine. Mention the type of valency exhibited in each case. [Atomic number : Na=11, F=9]

[Ans. 219, 223 নং প্রশ্নোত্তর দেখ।]

4. How is carbon dioxide prepared in the laboratory ? Give equation for the reaction. State four important properties and two uses of the gas.

How would you convert sodium carbonate into sodium bicarbonate and vice versa ?

[Q. 122 ; 135 নং এবং 122 (c) নং প্রশ্নোত্তরের (v) অংশ দেখ।]

5. How is sulphuric acid prepared by the lead-chamber process ? Explain the chemical reactions involed. (Description or sketch of the commercial plant is not required.)

State the properties and uses of the acid. [Q. 179, 177]

Group B (Answer *any three* questions.)

6. Describe the chemical reactions which occur in the process of manufacture of zinc from zinc blende. State its chemical properties and two of its uses. Name two alloys of zinc and mention what other metals they contain. [Q. 248, 250, 232]

7. Give a neat sketch of the blast furnace used in the extraction

of iron, and describe how the process is carried out. Why is limestone added ? Give equations for the reactions which take place in the blast furnace. [Q. 253]

8. How are the following compounds prepared : crystalline copper sulphate, anhydrous aluminium chloride, litharge and red lead ? Give the formulae of these compounds. What is the action of water on anhydrous aluminiam chloride and of dilute nitric acid on red lead ? Give equations for the reactions. [Q 265, 257]

9. How is methyl alcohol obtained from products of distillation of wood ? Give its structural formulae. What happens when the alcohol is acted upon by the following substances : (a) phosphorus pentachloride, (b) concentrated sulphuric acid, (c) oxidising agents ? [Q. 279, 282]

10. How is acetylene prepared ? State two of its uses. Mention two reactions which show that it is an unsaturated compound. Give equations with structural formulae of the compounds. State two other properties of acetylene. [Q. 274 (a), 276 (b)]

1961 (Compartmental)

FIRST PAPER

Group A (Answer *any three* questions.)

1. Copper sulphate is soluble in water. Describe in detail the laboratory process by which you obtain pure crystals of the compound from impure copper sulphate containing sand and other insoluble matters. How would you remove any soluble impurity, if present ? [Addl. Q. 8, পৃঃ 68]

2. Describe, with a sketch of the apparatus, how you would carry out the experiment and collect the products, when electric current is passed through water acidulated with dilute sulphuric acid. How would you identify the products obtained ?

Under what condition will they recombine to produce water again ? [Addl. Q. 13, পৃঃ 133]

3. State Avogadro's law and show how it has been utilised for the determination of atomic weight of an element.

[Q. 142 ; Q. 148 বা 201]

4. What do you understand by (a) efflorescence, (b) deliquescence ? Give one example in each case. How would you determine the percentage amount of water of crystallisation in alum ? Give experimental detail.

[Ans. (a) ও (b)-এর জন্য 19 (c) এবং (d) প্রশ্নোত্তর দেখ। দ্বিতীয়াংশের জন্য 20নং প্রশ্নোত্তরের (a) অংশ দেখ।]

5. Write notes on :– (a) colloidal solution ; (*b*) catalysis ; (c) nitrogen cycle ; (*d*) nascent hydrogen.

[Ans. (a) 29 (a) নং প্রশ্নোত্তর দেখ। (b) 10 নং প্রশ্নোত্তর দেখ। (c) 107 নং প্রশ্নোত্তর দেখ। (d) 52 নং প্রশ্নোত্তর দেখ।]

Group B (Answer *any three* questions.)

6. Describe the method of preparing bromine in the laboratory. Give equation. State four of its properties and compare them with the corresponding properties of chlorine and iodine.

[Ans. Q. 161 (c) এবং 162 নং প্রশ্নোত্তর দেখ।]

7. What do you understand by allotropy ? Describe the methods of preparation of two important allotropic forms of phosphorus. State their properties. Give reasons for considering phosphorus as a chemical analogue of nitrogen.

[Ans. 119 (a), 110 (a), 111 (a) ও (b), এবং 118 প্রশ্নোত্তর দেখ।]

8. State what happens and what visible changes take place when—(*a*) sodium fluoride is heated with concentrated sulphuric acid in a lead vessel ; (*b*) chlorine jar is inverted over a jar of ammonia gas ; (*c*) potassium nitrate is heated with concentrated sulphuric acid ; (*d*) a mixture of ammonia and air is passed over heated platinum catalyst ; (*e*) concentrated nitric acid is boiled with powdered sulphur. Give equations.

[Ans. (a) Addl. Q. 3 (b) ; পৃষ্ঠা 380 দেখ। (b) 224 পৃষ্ঠার অ্যামোনিয়ার

ধর্মের (iv) অংশ দেখ। (c) 233—34 পৃষ্ঠা দেখ। (d) 98 নং প্রশ্নোত্তরের (ii) অংশ দেখ। (e) 235 পৃষ্ঠার (iv) অংশ দেখ।]

9. How is hydrogen peroxide prepared? State two of its uses. Describe, with equations, two reactions in each case to show that (*i*) hydrogen peroxide is an oxidising agent; (*ii*) it behaves as a reducing agent. What happens when it is heated?

[Ans. 77, 78 নং প্রশ্নোত্তর দেখ।]

10. (*a*) A current of hydrogen is passed over cupric oxide heated in a bulb tube. Calculate the volume of hydrogen at N.T.P. required for the reduction of 0·8 g.m. of the oxide. [At. wt. of Cu = 63·57]

[Ans. 346 পৃষ্ঠায় 22 নং অঙ্ক দেখ।]

(*b*) A colourless crystalline compound on analysis was found to contain 44·8 per cent of potassium, and 18·4 per cent of sulphur. The rest was oxygen. What is the empirical formula of the compound?

[Ans. 165 পৃষ্ঠার 5 নং অঙ্ক দেখ।]

SECOND PAPER

Group A (Answer *any three* questions.)

1. Starting with pure metallic copper describe how you would determine equivalent weight of the metal. Indicate the method of calculation from experimental data.

[Ans. 192 নং প্রশ্নোত্তর দেখ।]

2. Define 'Normal solution,' Give an example.

30 *ml.* of a solution of sulphuric acid neutralise 25 *ml.* of a solution of sodium carbonate containing 6·0 gms. of the anhydrous substance per litre. Calculate the strength of the acid in terms of normality and grams per litre. (At wts. Na = 23, C = 12, S = 32) [1 *ml.* may be taken as equal to 1 c.c.]

[Ans. 217 (a) প্রশ্নোত্তর দেখ। 515 পৃষ্ঠার 6 নং উদাহরণ দেখ।]

3. Give a brief account of the structure of atoms. State and illustrate what you understand by 'electrovalency' and 'covalency.'

[Ans. 221, 222 নং প্রশ্নোত্তর দেখ।]

4. State, giving equation, what happens, when (a) calcium carbonate is strongly heated ; (*b*) carbon dioxide is passed through a concentrated solution of sodium carbonate ; (*c*) carbon dioxide is passed through a layer of red-hot carbon , (*d*) burning magnesium ribbon is introduced into a jar of carbon dioxide.

Mention in each case the colour and the state (solid, liquid or solution, gaseous) of the products of the reaction and describe the visible change in (*d*).

[**Ans.** (a) 277 পৃঃ দেখ। (b), (c) এবং (d)-এর জন্য 138 নং প্রশ্নোত্তর দেখ।]

5. How is sulphur dioxide prepared in the laboratory ? Briefly describe experiments to illustrate four important chemical properties of the gas. How is it oxidised to sulphur trioxide ?

[**Ans.** 166 (a), 167 ; 180 (নীতি) ।]

Group B

(Answer *any three* questions.)

6. Write what you know about :—

(*a*) Plaster of Paris ; (*b*) Galvanising ; (*c*) Thermit process ; (*d*) Alum.

[**Ans.** (*a*) Q. 265 , (*b*) Q. 251 ; (*c*) Q. 254 ; (*d*) Q. 178]

7. How is copper extracted from copper pyrites ? Give equations for the chemical reactions involved How is chemically pure copper obtained ? What happens when copper is treated with moderately dilute nitric acid ? [Q. 246 ; পৃষ্ঠা 605]

8. Describe (without giving details about commercial plants) one method in each case by which calcium and magnesium are obtained.

[Q. 240, 242, 243, 244]

9. What is distillation ?

Give an account of the manufacture of coal gas by destructive distillation of coal. How is the gas purified from sulphuretted hydrogen ? Name the by-products. [Q. 16, 17 (*b*), 269]

10. How is methane prepared in the laboratory? Give equation for the reaction. State its properties. How would you establish that it is a saturated compound? [Q. 272, 276 (*b*]

1962

FIRST PAPER

Answer *any six* questions, at least *two* being taken from each group.

Group A

1. (a) Explain what is meant by water of crystallisation. [Q. 19 (*a*)]

0·1 gm. of a crystalline substance gave out, on heating, 0·0512gm. water and became anhydrous. Given that the molecular weight of the crystalline substance is 246, calculate the number of molecules of water of crystallisation in the compound.

[49 পৃষ্ঠার 5 নং উদাহরণ]

(b) What weight of copper must be boiled with conc sulphuric acid to give 50 c.c. of sulphur dioxide at 27°C and 750 mm.? [Cu = 63·5]

[350 পৃষ্ঠার 47 (*a*) নং প্রশ্ন]

2. Explain *any four* of the terms :—

(a) Saturated solution, [Q. 11 (b)]

(b) Solubility, [Q. 23 (a)]

(c) Sublimation, [Q. 14 (c)]

(d) Chemical compound, [Q. 5 (c)]

(e) Gram-molecule and gram-molecular weight. [Q 7 (f)]

(f) Electro-chemical equivalent. [Q 206]

Give one illustrative example in each case.

3. State the law of conservation of mass. Describe one experiment each to show that the law holds good for : (a) rusting of iron, (b) burning of charcoal, (c) sublimation of camphor. [Q. 86, 88]

4. What is a chemical equation ?

State all that is implied in the equation $2H_2+O_2=2H_2O$, and give experimental evidence for each part of your statement.
[Q. 75 (*a*)]

Group B

5. BaO_2 is called barium peroxide, but MnO_2 is called manganese dioxide ; why ? [Addi. Q. 11, পৃঃ 95]

Describe how a dilute aqueous solution of hydrogen peroxide may be prepared in the laboratory. How would you show that hydrogen peroxide (a) is an oxidising agent (give two reactions with equations), (b) decomposes into oxygen ?
[Q. 77 (*a*) ; Q 78 ; Q. 79(*b*)]

6. Give the names and formulae of two gases which possess bleaching properties, and account for their bleaching action.

Describe the preparation and collection of one of these gases in the laboratory, and give two examples (with equations) of its oxidising or reducing property, as the case may be.

[প্রথমাংশ—ক্লোরিন (Cl_2) এবং সালফার ডাই-অক্সাইড (SO_2)। Q. 157 (d) এবং 166 (c)। দ্বিতীয়াংশ—Q. 156 এবং 166]

7. Describe how ammonia is prepared, dried and collected in the laboratory. Describe one experiment each to show its (a) high solubility in water, (b) basic character, and (c) inflammability.

State the conditions in which it can be oxidised to nitric oxide or nitric acid. [Q. 92 (a), 93, 102]

8. What are (a) bone black, (b) bone ash ? [Q. 109 (b)]

Starting from bone ash describe how you would prepare (a) ortho-phosphoric acid and (b) phosphorus. [Q. 110, 115]

9. Describe the commercial preparation of carbon dioxide, giving a labelled sketch of the kiln [Q. 136 (a)]

State giving equations, what happens when carbon dioxide is passed through (a) lime water, (b) solution of common salt saturated with ammonia. [Q. 138 (ii) এবং (xii)]

Write a short note on the carbon cycle. [Q. 137

10. How is hydrochloric acid manufactured ? [Q. 154]

Describe its action on (*a*) iron, (*b*) ferric oxide, (*c*) manganese dioxide, (*d*) silver nitrate solution. State the conditions in which the reactions take place and the visible changes that may be observed. Give equations. [Q. 164]

SECOND PAPER

Group A

(Answer *any three* questions)

1. Define the equivalent of an element and describe an experiment for determining the equivalent of either oxygen or carbon.
[Q. 187 এবং 189]

2. In the light of the ionic theory :—

(*a*) define the terms acid and acid salt, (*b*) show what happens when a strong acid is neutralised with a strong base,

(*c*) explain the process of electrolysis of dilute sulphuric acid.

[(*a*) Q. 211 (*a*) এবং 212 (*b*) নং প্রশ্নোত্তর দেখ। (*b*) 214 নং প্রশ্নোত্তর দেখ। (*c*) 204 নং প্রশ্নোত্তরের "উদাহরণ" (1), 468 পৃঃ দেখ।]

3. What do you understand by destructive distillation ? How does this process differ from ordinary distillation ?

Name the important products of destructive distillation of wood From the aqueous by-product how could you prepare two important organic compounds ? Mention two uses of each of these compounds

[Ans. 16 এবং 17 (*c*) প্রশ্নোত্তর ; 270 এবং 279 প্রশ্নোত্তর এবং Addl Q. 4, 704 পৃষ্ঠা দেখ।]

4. State the characteristic properties of the alcoholic hydroxyl group with reference to the action of (a) sodium, (b) sulphuric acid, (*c*) acetic acid, (*d*) oxidising agents. [Q. 281 (a)]

5. What is an ester ? Describe the preparation of a typical ester. What happens when this ester is boiled with caustic soda solution ? [Q. 294]

Oils are esters ; what products are obtained when they are hydrolysed with caustic alkali ? [Q. 295]

Group B (Answer *any three* questions.)

6. Tabulate five of the essential differences between metals and non-metals. [Q 229 ; রাসায়নিক ধর্ম 1—6]

Tin has some characteristics of a non-metal, while graphite has some of those of a metal ; why is then tin classified as a metal and graphite as a non-metal ? [Q. 230 (*b*)]

7. Write short notes on :—

(*a*) Thermit [Q. 254]

(*b*) Rusting of iron [Q. 264]

(*c*) Galvanizing [Q. 251]

(*d*) Tin plating [Q. 251]

8. Describe briefly the preparation of *any two* of the following :—

(*a*) Alumina [Q. 252 "বক্সাইট বিশুদ্ধিকরণ" দেখ।]

(*b*) Steel [Q. 259]

(*c*) Glass [Q. 267]

9. Describe the chemical reactions which are involved in the extraction of zinc from zinc blende and lead from galena. (Concentration of the ores and purification of the metals are not required.) [Q 248, 255]

Describe the preparation, properties and uses of two of the oxides of lead.

10. (*a*) 25 c.c. of a 0·08 N sodium hydroxide get mixed with 20 c.c. of a 0·09 N sodium carbonate solution. What is the normality of the resulting alkali solution ?

(*b*) 30 c. c. of this mixed alkali neutralise 50 c. c. of a sulphuric acid solution. Calculate the strength (in normality) of the acid.

[Ans. 519 পৃষ্ঠার 12 নং উদাহরণ।]

1962 (Compartmental)

FIRST PAPER

Answer *any six* questions, at least *two* being taken from each group.

Group A

1. (*a*) 1·0 gm. of a compound contains 0·262 gm. of nitrogen, 0·075 gm. of hydrogen and 0·663 gm. of chlorine. Find its simplest formula Cl = 35·5 [4 উদাহরণ, পৃষ্ঠা 158]

(*b*) Calculate the quantity of the above substance from which you can get one litre of ammonia gas at 27°C and 760 mm.

[9 উদাহরণ, পৃষ্ঠা 335]

2. Explain the terms :

(*a*) Oxidation, (*b*) Chemical change, (*c*) Colloidal solution, (*d*) Allotropy, (*e*) Efflorescence (*f*) Thermal dissociation.

[**Ans.** (a) Q. 82, (b) Q. 3, (c) Q. 29, (*d*) Q. 119 (a), (e) Q. 19 (c), (f) Q. 210 (a)]

3. State the laws governing the weights of substances which combine chemically.

A metal forms two oxides in which the percentages of the metal are 79·8 and 88·8 respectively. Show that the results agree with the law of multiple proportions.

[ভরের নিত্যতাসূত্র—পৃষ্ঠা 202 ; স্থিরানুপাত ও গুণানুপাত সূত্র—পৃষ্ঠা 209 ; তুল্যাংকতার সূত্র—পৃষ্ঠা 421 দেখ। উদাহরণ 9 ; পৃ: 218]

4. How would you separate the ingredients of :—

(*a*) a mixture of two liquids having boiling points of 78·5°C and 100°C respectively ; [Q. 31 (*f*)]

(*b*) a mixture of potassium chloride and chalk ? [পৃষ্ঠা 66]

Group B

5. How may oxygen be prepared from : (*a* Air ; (*b*) Water , (*c*) Potassium chlorate ? [Q. 48, 67 প্রশ্নোত্তরে বৈশ্লেষিক পদ্ধতির পরীক্ষা, Q. 40]

Describe one method of preparation in detail. [Q. 40]

Describe experiments to show how oxygen may form :—

(*a*) An acidic oxide, (*b*) An alkaline oxides, (c) An insoluble basic oxide. Name two other classes of oxides and give an example of each class. [Q. 45 (c), 43]

6. Describe the laboratory method of preparation of nitric acid. Mention two reactions illustrating the oxidising action of the acid. Give equations. [Q. 99, 100 (a)]

State giving equations, what happens and what visible changes take place when (*a*) lead nitrate, (*b*) ammonium nitrate and (*c*) sodium nitrate are heated separately. How would you isolate and identify each of the gaseous products ?

[Q. 103. অক্সিজেনের সংগ্রহ ও সনাক্তকরণ দেখ। নাইট্রাস অক্সাইড গরম জলের উপর সংগ্রহ করা হয়।]

7. Make a neat sketch of Kipp's apparatus. Name two gases that may be prepared in this apparatus. Explain how it gives a ready supply of these gases free from air. What are the materials used for the preparation of sulphuretted hydrogen in this apparatus ? Write a short note on the use of H_2S as an analytical reagent. [Q. 55, 173 (a), 175]

8. Starting from sodium chloride, describe how chlorine is prepared in the laboratory. Give equation. How is the gas collected ? How and under what conditions, does chlorine react with (*a*) ammonia ; (*b*) potassium bromide ; (*c*) moist slaked lime ; (*d*) iron ? Give equations.

[Q. 156 ; (a) 224 পৃষ্ঠায় (iv) অংশ, (b) ও (c)-এর জন্য Q. 163 এবং (d)-এর জন্য 627 পৃষ্ঠায় আয়রনের (v) নং ধর্ম।]

9. Name two elements which exist in allotropic forms and state what these forms are.

Describe the preparation of the two allotropes of one of these elements and mention some of the distinguishing properties of the

two allotropic forms. How can you show that these are two forms of the same element ?

[Ans. কার্বন ও ফসফরাস। Q. 110 (a), 111 (a) ও (b), 113]

10. Describe the preparation of carbon monoxide in the laboratory. [Q. 130] How can the gas be distinguished from (a) carbon dioxide ; (*b*) hydrogen ?

[Q. 133 (iii হইতে (viii) অংশ ; 134 (d)]

How can you obtain specimens of carbon dioxide and carbon monoxide each free from the other, from a mixture of the two gases ? [Q. 134 (*b*)]

SECOND PAPER

Group A (Answer *any three* questions.)

1. State and illustrate Faraday's laws of electrolysis. Deduce from these laws (a) the definition of electro-chemical equivalent and (*b*) the relationship between electro-chemical and chemical equivalents. [Q 206]

2. An atom of an element contains 11 protons and 12 neutrons in its nucleus. What is its (*a*) atomic weight ; (*b*) atomic number ? How many electrons does the atom contain and how are these electrons arranged in the atom ?

Show how this atom may combine chemically with an atom of fluorine (At. no. = 9) [Q. 226 (a)]

3. How is ethylene prepared in the laboratory ? What is its structural formula ?

Give structural formulae of the compounds it forms with (*a*) hydrogen, (*b*) concentrated sulphuric acid, (*c*) potassium permanganate solution. [Q. 273]

Give one test each by which it may be distinguished from (*a*) methane ; (*b*) acetylene. [Q. 275 (*a*)]

4. Describe the preparation of ethyl alcohol from glucose. *Give its structural formula.* Describe (with equations) four of its chemical reactions, and mention two *of its uses.* *[Q. 280, 278, 281]*

5. What is producer gas ? Give reasons to show that coal gas is not a producer gas.

Give examples of two forms of producer gas and state the chemical reactions involved in their preparation. Why may they be used as fuels ? [Addl. Q. 3 ; পৃষ্ঠা 703]

Group B (Answer any *three* questions.)

6. State the action of (*a*) air or oxygen, (*b*) water, (*c*) dilute sulphuric acid on the metals—sodium, copper, magnesium and iron. [Q. 236, 247, 242, 263]

What happens when (*a*) zinc reacts with caustic soda solution ; (*b*) iron filings are added to a solution of copper sulphate ?

[(a) 609 পৃষ্ঠার (iv) অংশ, (b) 627 পৃষ্ঠার (vi) অংশ]

7. Describe the preparation, properties and uses of the following : (*a*) Plaster of Paris, (*b*) Lime, (*c*) Ferric oxide, (*d*) Crystalline copper sulphate.

[Ans. (a), (c) এবং (d)-এর জন্য Q. 265 ; (b)-এর জন্য Q. 128 (a)]

8 Describe how caustic soda may be prepared from sodium carbonate. Do you know of any other method for its preparation ? (Details of the latter process are not required) [Q. 239, 237]

Write chemical equations to represent the reaction between caustic soda and of the following :—

(*a*) Ammonium chloride, (*b*) Ferric chloride, (*c*) Aluminium sulphate, (*d*) Carbon dioxide, (*e*) Chlorine. Name the products obtained in each case.

[বিক্রিয়া (*a*), (*b*) ও (*c*)-এর জন্য 591-92 পৃষ্ঠা, (*d*) 269 পৃষ্ঠা, (*e*) Q. 163-এর (iii) এবং (iv) অংশ]

9. Describe how aluminium is extracted from bauxite. State four of its properties. What is thermit and what are its uses ? State two other uses of aluminium. [Q. 252, 253, 254]

10. What do you understand by the *factor* of a standard solution ?

A solution contains 0·4940 gm. caustic soda in 125 c. c. What is the *factor* of the solution if the strength be expressed as (*a*) N solution, (*b*) $\frac{N}{10}$ solution ? (Na = 23).

How many c.c. of a $\frac{N}{5}$ solution of an acid will be required to neutralise 25 c.c. of the above solution of caustic soda ?

[Ans. 513 পৃষ্ঠার 3নং উদাহরণ এবং 540 পৃষ্ঠার 17 নং অঙ্ক।]

1963

FIRST PAPER

Answer *six* questions, at least *two* being taken from each group.

Group A

1. Write short notes on any *four* of the following :—

(a) Oxidation and reduction, (b) Colloidal solution, (c) Distillation, (d) Catalysis, (e) Gram-atom.

[(a) Q. 82 ; (b) Q. 29 ; (c) Q. 16 ; (d) Q. 10 ; (e) Q. 7]

2. State the law of definite proportions [Q. 90 (a)]

Given that (*a*) 0·12 gm. of a metal gives 0·20 gm. of oxide when heated in air , (*b*) its carbonate and nitrate contain 28·5% and 16·2% of the metal respectively,—apply the law to calculate what weight of the oxide will be obtained by heating 1·00 gm. each of carbonate and the nitrate. [213 পৃষ্ঠার 2নং উদাহরণ দেখ।]

3. Describe briefly Lavoisier's bell jar experiment on the composition of air and show how his experiment proved conclusively that air contains one-fifth by volume of oxygen. [Q 35]

4. Oxygen obtained by heating 12·25 g. of potassium chlorate is passed over 5·00 g. of pure, dry and heated carbon. A part of carbon burns to carbon dioxide. What is the volume of this carbon dioxide formed at 27°C and 75 cm. and what is the weight of residual carbon ? [K=39 ; Cl=35·5, O=16]

[Ans. 338 পৃষ্ঠার 13 নং উদাহরণ]

Group B

5. How and under what conditions, does water react with (*a*) sodium ; (*b*) iron ; (*c*) phosphorus pentoxide ; (*d*) sodium peroxide ; (*e*) chlorine ; (*f*) carbon ? Give equations. [Q. 63]

6. What are the conditions in which ammonia may be manufactured from its elements ? (Reasons for these conditions are not required.) [Q. 94]

Describe experiments to illustrate that ammonia (*a*) is highly soluble in water and the solution is alkaline to litmus ; (*b*) may be burnt in excess of oxygen. [Q. 93]

7. Describe one process for the manufacture of chlorine. [Q. 160]

State, giving equations, the action of chlorine on (a) ammonia ; (b) moist slaked lime ; (c) potassium iodide ; (d) antimony powder or sodium. [Q 157, 163]

8. Write short notes on :—

(*a*) The uses of H_2S as an analytical reagent. [Q. 175]

(*b*) Law of conservation of mass. [Q. 86]

9. Describe the preparation of carbon monoxide in the laboratory. Compare its properties with those of carbon dioxide. [Q. 130, 133]

How could a gas jar containing carbon monoxide be distinguished from a gas jar containing hydrogen ? [Q. 134 (d)]

10. Describe an experiment by which the composition by weight of carbon dioxide may be determined. [Q. 126]

In one such experiment it was found that 0·66 gm. of carbon dioxide was obtained from 0·18 gm. of carbon. From this result show how the formula of the gas may be deduced.

[159 পৃষ্ঠার 6 নং উদাহরণ]

SECOND PAPER

Group B (Answer any *three* questions.)

1. Explain the difference between equivalent weight and atomic weight of an element. Under what condition have they the same value ? Give two illustrations. [Q. 186, 187, 188]

Calculate the equivalent weight of a metal from the following experimental data :

First weight of the weighing bottle + metal ·· 12·9580 gm.

Second weight, after taking out a portion of the metal...12·9070 gm.

Total volume of hydrogen evolved by dissolving the metal taken out in dilute acid (after drying)...19·55 ml.

Pressure of hydrogen, when the volume was noted···750 mm.

Temperature of the gas when the volume was noted.. 27°C.

One millilitre (ml.) of dry hydrogen at N. T. P. weighs 0·000089 gm. [438 পৃষ্ঠার 9 নং উদাহরণ]

2. Define the terms, electrolysis and ions ; illustrate. How do the ions of an element differ from its atoms ? [Q. 204 202 (*e*)]

A current of 2 amperes was passed through an N/10 solution of copper sulphate for 16 minutes and 5 seconds. Calculate the amount of copper deposited on the cathode. 96500 coulombs liberate 31·8 gm. of copper.

What will be the effects when the same current is passed (i) through an N/5 solution of copper sulphate for the same time and (ii) through an N/10 solution of the same substance for 32 minutes and 10 seconds ? [489 পৃষ্ঠার 8 নং প্রশ্ন]

3. What is radio-activity ? How has Dalton's conception about atoms been modified by the discovery of this phenomenon ?

[Q. 220, 227]

Give a brief account of your idea about the structure of atoms.

[Q. 221]

4. Define a 'normal solution'. How do you calculate the weight of Na_2CO_3 and H_2SO_4 required to prepare one litre of normal solution of each ?

[Q. 217 (*a*) নং প্রশ্নোত্তর দেখ। 504 পৃষ্ঠায় H_2SO_4-এর এবং 505 পৃষ্ঠায় Na_2CO_3-এর গ্রাম-তুল্যাংকের হিসাব দেখ।]

50 ml. of (N) H_2SO_4 solution are poured into 50 ml. of (N/2) NaOH solution. Is the resulting solution acid or alkaline ? Calculate the strength in normality. (Na = 23, S = 32, C = 12)

[520 পৃষ্ঠার 13নং উদাহরণ]

5. Describe, giving equation where possible, the reactions of metals as well as of their compounds to show the difference between metals and non-metals. [Q. 229—রাসায়নিক ধর্ম]

Group B (Answer any *three* questions.)

6. Starting from limestone describe how you would prepare quicklime and metallic calcium.

[Q. 128 নং (*a*) এবং 640 পৃষ্ঠার 15 নং Addl. Question]

How do they react with water ? Give equations.

[Ans. 278 পৃষ্ঠা এবং Q. 53, পৃ: 104]

What is cement ? Why is it considered an important building material ? [Q. 266]

7. Describe how copper is prepared from copper pyrites. State its properties and uses. How is the metal refined ? [Q. 246, 247]

8. How does destructive distillation differ from ordinary distillation ? Describe how coal-gas is prepared. How is it purified ? Name the by-products.

[Q. 17 (*c*), Q. 269 এবং 704 পৃষ্ঠার 4 নং Addl. Q.]

9. Write what you know about the following :—

(*a*) Homologous series, (*b*) Saturated and unsaturated compounds. Illustrate your answer with examples. [Q. 276]

10. How is formaldehyde prepared ? Give a neat labelled sketch of the apparatus. What happens when acetaldehyde is (*a*) oxidised, (*b*) reduced ? What are formalin and bakelite ? State their uses.

1963 (Compartmental)

FIRST PAPER

Answer *six* questions, at least *two* being taken from each group.

Group A

1. Explain any *four* of the following terms :—

(*a*) Chemical change, (*b*) Saturated solution, (*c*) Chemical formula, (*d*) Oxidation, (*e*) Hard water.

[Q. 3, 11 (*b*), 72 (ii), 82, 59]

2. State the law of multiple proportions. [Q. 90 (*b*)]

Two chlorides of a metal contain 35·9 and 52·8% of chlorine respectively. Show that the results are in accordance with the law of multiple proportions. [উদাহরণ 3, পৃষ্ঠা 214]

3. Describe how hydrogen may be prepared and collected by decomposition of water :

(i) by a metal (*a*) at ordinary temperature, (*b*) at a red heat ; (ii) without the application of chemicals. [Addl. Q. 7 ; পৃষ্ঠা 132]

4. 1·3 g. of zinc are allowed to react with dilute sulphuric acid containing 3·0 g. of H_2SO_4. Which of these chemicals is used up when the reaction ceases, and what is the volume of hydrogen evolved at 37°C and 755 mm. (Zn = 65 ; S = 32)

[339 পৃষ্ঠার 14 নং উদাহরণ]

Group B

5. Describe the laboratory preparation of nitric acid. Sketch the apparatus used and give equation. [Q. 99]

Show how you could obtain from the acid or any suitable salt of it—

(a) oxygen, (b) nitrogen peroxide. Give equations. [Q. 100 (b)]

Give one example each of its oxidising action on (*a* a non metal, (*b*) a compound.

[নাইট্রিক অ্যাসিডের সহিত কার্বন বা সালফার (অধাতু) এবং ফেরাস সালফেটের (যৌগ) বিক্রিয়া ; পৃষ্ঠা 235-236]

6. Starting from a phosphatic mineral describe how you could prepare (*a*) red phosphorus, (*b*) orthophosphoric acid.

What is superphosphate of lime and what is its use ?

Give the formula of an arsenate and an arsenite and state one use of either of these. [Q. 110, 111 (*a*), 115, 116]

7. What are the essential conditions for the oxidation of SO_2 to SO_3 by the contact process ? (Reasons for these conditions are not required.) How is this SO_3 converted into sulphuric acid ? [Q. 180]

How, and under what conditions, does sulphuric acid react with (*a*) copper ; (*b*) oxalic acid ? [পৃষ্ঠা 2:0, 400]

Mention two gases for which sulphuric acid is unsuitable as a drying agent and state the reason.

[অ্যামোনিয়া ও হাইড্রোজেন সালফাইড—পৃষ্ঠ 225 এবং 391]

8. Describe the laboratory preparation of chlorine. [Q. 156 (a]

State, giving equations, how it reacts with (*a*) heated phosphorus, (*b*) cold and dilute solutions of caustic soda, (*c*) potassium bromide solution (*d*) CO gas.

[Ans. (*a*) 363 পৃঃ, (*b*), (*c*) এবং (*d*)-এর জন্য 364 পৃঃ]

9. Describe an experiment by which it can be shown that carbon dioxide contains its own volume of oxygen. [Q. 124]

Show how the formula of the gas may be deduced from this result, mentioning what other information is required.

[Q. 147 (*a*) ; কার্বন ডাই-অক্সাইডের আপেক্ষিক ঘনত্ব জানা প্রয়োজন।]

10. Show, with reference to one element, the application of Avogadro's law in the determination of atomic weight. [Q. 148]

SECOND PAPER

Group A (Answer any *three* questions.)

1. What do you mean by atomic weight of an element ? Describe a method for its determination. When is the atomic weight accurate ? [Q. 186 (*b*), 200, 201]

0·125 g. of the chloride of a metal contains 0·054 g of the metal. The specific heat of the metal is 2·281. Calculate its atomic weight. (at. wt. of chlorine is 35·5)

[455 পৃষ্ঠার 6নং উদাহরণের ন্যায় ; Ans. 27]

2. Explain the terms : acids, bases and neutralisation. Illustrate with simple ionic equations. [Q. 211, 214]

What do you mean by a basic salt ? Why does a solution of sodium carbonate give an alkaline reaction ? [Q. 212 (c), 214 (b)]

3. Write what you know about :

(a) electrovalency and covalency, and (b) oxidation and reduction. Give illustrations showing the part played by electrons.

[(a) Q 222 ; (b) Q. 228 (a)]

4. Describe how you would determine the strength of a solution of sulphuric acid given to you. [Q. 218, (ii) এবং (iii) অংশ।]

0·53 g. of Na_2CO_3 is added to 100 ml. of a solution of sulphuric acid of strength N/10 (f = 1·25). Is the resulting solution acid or alkaline ?

Calculate the volume of an acid or an alkali (as the case may be) of strength 0·75 N/10 required to neutralise the resulting solution.

[520 পৃষ্ঠার 14 নং উদাহরণ দেখ।]

5. What do you understand by 'Electrochemical series of metals' ? Under what conditions does water react with sodium,

magnesium and iron ? Give equations. What happens when a knife blade is put into a solution of copper sulphate ? Give the reason for the reaction which occurs. What is galvanization ? Why are iron sheets galvanized ?

[Ans. 231 নং প্রশ্নোত্তরের প্রথম প্যারা (পৃ: 577) এবং (iii) অংশ (পৃ: 578), 577 পৃষ্ঠার (i) অংশ ; Q. 251]

Group B (Answer any *three* questions.)

6. How is cast iron prepared in a blast furnace ? Discuss the functions of coke and limestone, giving equations for the reactions which take place. [Q. 258]

7. Describe how lead is obtained from galena. State its properties and uses. [Q. 255, 256]

8. What are fuels ? How are they classified ?

How are producer gas and water gas prepared ? Give equations, How do they differ ?

What are gasoline and kerosene ? How are they obtained ? State their uses. [Q. 268, 271]

9. How is benzene obtained on a large scale ? State the peculiarities of benzene and its homologues. [Q. 301]

10. Write briefly what you know about :

(a) Fats and oils [Q. 295], (b) Soap [Q 296], (c) Essences [পৃষ্ঠা 686], (d) Bakelite and plastics [পৃষ্ঠা 672], (e) Sucrose and glucose [Q. 298], (f) Chloroform and iodoform [Q. 277]

1964

FIRST PAPER

Answers any *six* questions, at least *two* from each group.

Group A

1. Explain any *four* of the following :—

(a) Supersaturated solution [Q. 11 (d)]

(b) Valency [Q. 72 (iii)]

(c) Combustion [Misc. Q. 2, পৃ: 709]

(d) Allotropy. [Q. 119(a)]

(e) Nascent state [Q. 52]

2. Tabulate the essential differences between a mixture and a compound of iron and sulphur. [Q. 6]

3. State Avogadro's law and show that the molecular weight of a gas is twice its relative density. [Q. 143 (b), 146]

. An element E forms two gaseous hydrides A and B, which contain 75 and 80 per cent of E, and have densities 8 and 15 respectively. Given that A contains only one atom of E in its molecule, calculate (a) the atomic weight of E, and (b) the formula of A and B [324 পৃষ্ঠার 14 নং উদাহরণ]

4. What volume of sulphuretted hydrogen, measured at 27°C and 750 mm. would precipitate the copper in a solution of 2 gms. of $CuSO_4$ in water ? How much ferrous sulphide would give the requisite quantity of sulphuretted hydrogen ? Cu = 63 5 ; Fe = 56 [340 পৃষ্ঠার 15 নং উদাহরণ]

Group B

5. How would you prepare a dilute, but otherwise pure aqueous solution of hydrogen peroxide ? [Q. 77 (a)]

Give particulars, with equations, of four experiments you would perform to distinguish between this dilute solution and water, [Q. 79 (e)]

6. Give full experimental details of how you would prepare and collect several jarfuls of oxygen in the laboratory. [Q. 40]

How is oxygen prepared on a large scale ? [Q. 48]

The word 'oxygen' means acid producer'. Give two examples to show that the name as given to oxygen gas is justified and two other examples to show that the name is a misnomer. [Q. 42 (c)]

7. State the conditions necessary for conversion of ammonia to

nitric acid on a large scale. Describe one other method of manufacturing nitric acid. [Q 102, 101]

Give one example each of the reactions of nitric acid (*a*) as an acid ; (*b*) as an oxidising agent. [Addl. Q. 3, পৃষ্ঠা 248]

8. Name four allotropic forms of carbon, and state two uses each of (*a*) charcoal, (*b*) coal. [Addl. Q. 2, পৃষ্ঠা 291]

Describe how it may be shown that carbon monoxide contains half its own volume of oxygen. Show how the formula of the gas can be deduced from this result, it being given that its relative density is 14.

[Ans. Addl. Q. 11 ; পৃষ্ঠা 292 এবং Q 147 (e)]

9. Describe how hydrochloric acid is manufactured from sodium chloride. [Q. 154]

What is its action on : (*a*) ferrous oxide, (*b*) manganese di-oxide, (*c*) silver nitrate solution and (*d*) saturated solution of common salt ? [Q. 164]

10. How is dry sulphur dioxide prepared and collected in the laboratory ? [Q. 166 (a)]

Describe what happens when it reacts with (*a*) an aqueous solution of potassium permanganate, (*b*) chlorine water, (*c*) lime water. State the visible changes that occur and give equations.

[Q. 183]

SECOND PAPER

N.B.—In numerical problems no credit will be given unless details of calculation are shown in the answer methodically.

Group A

Answer *Question 1* and *two* other questions.

1. Give a neat labelled sketch of the apparatus used in the chemical laboratory for the preparation of ethylene. Mention the proportion of the reacting substances and the temperature of reaction.

Give equation using structural formula of the compounds.

What happens when (*a*) ethylene mixed with hydrogen is passed over heated platinum and (*b*) bromine reacts with ethylene ? Why is it considered an unsaturated compound ? [Q. 273, 276]

2 Describe the reaction by which ethyl alcohol is obtained from glucose. With the help of structural formula explain the relationship between ethyl alcohol, acetaldehyde and acetic acid.

How does phosphorus pentachloride react with ethyl alcohol ? What is your conclusion from this reaction regarding the structural formula of the alcohol ? What is methylated spirit ? State its uses.

[Q. 280 (a), 290 (a), Addl. Q. 1 (পৃ: 703), 281 (b) এবং (c) 280 (b)]

3 A solution of sodium chloride can conduct electric current but solution of canesugar cannot. Give reasons for this anomaly.

[Q. 208 (c)]

State and explain Faraday's laws of electrolysis. [Q. 206]

What do you understand by 'electro-chemical equivalent of an element' and a 'Faraday'. Illustrate. [Q. 208(a)]

4. Write short notes on :

(a) Protons, electrons, neutrons ; (b) Radio-activity ; (c) Isotopes. [Q. 219 220, 225]

5. (a) Starting from pure metallic copper how would you determine its equivalent weight ? Give experimental details and method of calculations. [Q. 192]

(b) 0·3975 g of copper oxide was heated in a current of pure and dry hydrogen till completely reduced and the gaseous product was passed through a tube containing fused calcium chloride previously weighed. The gain in weight of the latter was 0·09 g. Calculate the equivalent weight of copper. (Cu = 63·5)

[436 পৃষ্ঠার 6 নং উদাহরণ]

(c) The weight of copper deposited from a solution of

copper sulphate by a uniform current of 0·25 ampere flowing for one hour is 0·295 gm. Find the equivalent weight of copper.

(1 Faraday = 96500 coulombs.) [482 পৃষ্ঠার 7 নং উদাহরণ]

Group B (Answer any *three* questions.)

6. What is benzene ? How is it obtained on a large scale ? Give the structural formula of benzene and two of its higher homologues and state how they differ from methane and its homologues. [Q. 301]

7. Starting from bauxite how would you prepare :—

(a) Pure aluminium oxide [Q. 252-এর বায়ার পদ্ধতি]

(b) Metallic aluminium [Q. 252-এর তড়িৎ-বিশ্লেষণ]

(c) Aluminium sulphate [Q. 265-এর (6)]

(d) Anhydrous aluminium chloride. [Q. 265-এর (5)]

Give equations.

8. By what chemical reactions metallic lead is obtained from galena ?

Describe methods of preparation of red lead and litharge.

What happens when red lead (a) is treated with dilute nitric acid, and (b) is strongly heated ?

Name the constituents of (a) soft solder, (b) type metal.

[Q. 255, 257, 232]

9. How does chlorine react with the metals sodium, copper and iron ? Give equations. How would you convert the compounds to the respective metals again ? [Addl. Q. 8 ; পৃষ্ঠা 639]

10. (a) What is rust ? How is it formed ? How can it be prevented ? [Q. 264]

(b) What is glass ? How is it prepared ? What do you mean by annealing ? Why is glass annealed ? [Q. 267]

1964 (Compartmental)

FIRST PAPER

Answer *six* questions, at least *two* being taken from each group.

Group A

1. Explain any four of the following :—(*a*) solubility, (*b*) sublimation, (*c*) gram-molecule, (*d*) water of crystallisation, (*e*) chemical equation.

(*a*) Q. 23 (*a*) ; (*b*) Q. 14 ; (*c*) Q. 7 (*b*) ; (*d*) Q. 19 (*a*) ; (*e*) Q. 74]

2. Describe an experiment you could perform in the laboratory to show that air contains a gas which supports combustion and another which does not. Give four reasons to show that these two gases in air are mixed together and not chemically combined.

[Q. 34, 37]

Name three other gases present in air. [Q. 39 (*c*)]

3. State three laws of chemical combination by weight and one law of combination by volume. Give examples.

Carbon forms two gaseous hydrides containing 75 and 80 per cent of carbon respectively. Show that these compositions accord with the law of Multiple Proportions.

[Q. 86(*a*), Q. 90 (*a*) ও (*b*) এবং Q. 142-এর গে-লুসাকের গ্যাসায়তন সূত্র। অঙ্ক : 215 পৃষ্ঠার 4 নং উদাহরণ।]

4. Calculate the weight of pure calcium carbonate from which 500 c.c. of carbon dioxide at 27°C and normal pressure may be prepared. What weight of pure carbon would yield the same quantity of carbon dioxide ? (Ca = 40) [332 পৃষ্ঠার 5 নং উদাহরণ]

Group B

5. How is hydrogen prepared from zinc and acid ? What precautions should be taken before collecting the gas, and why ?

How could you show that (*a*) hydrogen is a reducing agent ; (*b*) water is produced when hydrogen reduces an oxide ?

[Q. 49, 51 (*iii*)]

6. Describe how nitrogen is obtained from an ammonium compound in the laboratory. How is it dried and collected ?
[Q. 92 (*a*)]

Describe its perparation on a technical scale. [Q. 94]

What is meant by nitrogen cycle and what is the necessity of using nitrogen fertilizers ? [Q. 107]

7. How is phosphorus manufactured from phosphatic minerals ?

Compare the physical and chemical properties of white and red phosphorus. How may each form be converted into the other ?
[Q. 110 (*a*), 111 (*a*), (*b*), (*c*)]

8. Describe the preparation of carbon monoxide in the laboratory. State four properties, physical or chemical, in respect of which carbon monoxide differs from carbon dioxide.

How can you convert a mixture of these oxides completely into (*a*) carbon monoxide ; (*b*) carbon dioxide ?

[Q. 130. ধর্মের জন্য 132 প্রশ্ন হইতে (*i*), (*iii*), (*iv*) ও (*v*) নং অংশ ; দ্বিতীয় অংশ : Q. 134 (*e*)]

9. How and under what conditions, does chlorine react with (*a*) aluminium ; (*b*) sodium hydroxide ; (*c*) ammonium hydroxide ; (*d*) moist slaked lime ; (*e*) potassium iodide ; (*f*) carbon monoxide ? Give equations.

[*a*, *b*, *e* ও *f* : Q. 156 (*b*) ; (*d*) 161 (a) ; (*c*) Q. 163 (xii)]

10. How would you prepare and collect several jars of dry hydrogen sulphide ? Sketch the apparatus that is used in the laboratory for obtaining a ready supply of the gas.
[Q. 171 (*a*) ; চিত্র 25]

Write a note on its use as a laboratory reagent. [Q. 175]

SECOND PAPER

Group A

Answer *Question* 1 and *two* other questions.

1. What do you understand by the term 'ester' ?

Give a labelled sketch of an apparatus used in the chemical laboratory for the preparation of an ester.

Mention briefly the essential steps in the process. What happens when it is hydrolysed ? What is soap ? [Q. 294 ; সাবান : Q. 296]

2. How is methane prepared in the laboratory ?

How would you prove that the gas prepared is a compound of only carbon and hydrogen ? Describe what happens when a mixture of chlorine and methane is kept in diffused sunlight. Give equations. Name the compounds produced. What is your conclusion as to the nature of methane from the above reactions ? [Q. 272, 276 (a)]

3. What do you understand by the term electrolyte' ? Give two examples. [Q 202 (a)]

An electric current is passed between platinum electrodes through dilute solutions of (*a*) copper sulphate and (*b*) silver nitrate, the solutions being placed in series State exactly what changes occur at the electrodes and in the solutions. [Q. 205]

If 0·105 gm of copper is deposited by the current from the first solution, calculate the weight of silver deposited in the second solution. (Cu = 635 , Ag = 108). [483 পৃষ্ঠার 9 নং উদাহরণ]

4. Define equivalent weight of an element, equivalent weight of an acid and equivalent weight of a base. Give illustrations.

[Q. 187 (a), 216 (a), (b)]

Explain with the help of the phenomenon of electrolytic dissociation what happens when a base is neutralized by an acid.

[Q. 214 (a)]

If 25 ml. of N/10 Na_2CO_3 solution (f = 10·5) are neutralised by 19 5 ml. of a solution of sulphuric acid, calculate the strength of the acid in terms of normality and grams per litre. Calculate the volume of the acid to be diluted to one litre to make it exactly decinormal. [উদাহরণ 19 ; পৃষ্ঠা 524]

5. Write short notes on :—(a) Dulong and Petit's Law (b) Isomorphism ; (c) Electrovalency and covalency ; (d) Water gas.

[Ans. (a) Q. 198 ; (b) Q. 199 (a) ; (c) Q. 222 ; (d) Q. 268]

Group B (Answer *any three* questions)

6. What do you mean by destructive distillation ? Describe the changes which you observe when wood is subjected to destructive distillation. Name the products. [Q. 17 (*c*) ; 270]

Describe how acetone is prepared from one of these products

What happens when acetone is oxidized and also reduced ? Give equations with structural formulae of the compounds. [Q. 291 (*c*)]

7. Starting from sodium chloride how would you prepare pure anhydrous sodium carbonate on a large scale ?

Give equation for the reactions involved. [Q. 238]

What happens when—

(a) carbon dioxide is passed into a cold saturated solution of sodium carbonate. [Q. 138]

(b) excess of lime water is added to a solution of sodium carbonate, and [পৃঃ 595]

(c) a solution of sodium carbonate is evaporated at room temperature. Will there be any change if the solution in (c) is evaporated over a water bath ? [Addl. Q. 7 ; পৃঃ 638]

8. Give a comparative statement of the physical properties and composition of cast iron, wrought iron and steel. State their uses. [Q. 262]

Describe how steel is prepared from cast iron. [Q. 259]

Name the elements, besides iron and carbon, usually present in steel. [Addl. Q. 16 ; পৃঃ 640]

9. (a) Under what condition is a metal displaced from a solution of its salts by another metal ? Give two examples. [Q. 231]

(b) What is Plaster of Paris ? How is it prepared ? State its property and uses. [Q. 265]

(c) Starting from copper pyrites how would you prepare crystalline copper sulphate ?

How is it made free from ferrous sulphate ?

What happens when crystalline copper sulphate is slowly heated to redness ? [পৃষ্ঠা 631—'32]

10. How does sodium hydroxide solution react with (a) aluminium powder and (b) granulated zinc ? Give equations.

State the reactions of nitric acid and hydrochloric acid on metallic iron and metallic aluminium Give equations where possible. [(a) 613 পৃষ্ঠা, (b) 609 পৃষ্ঠা এবং Q 152 (c), Q. 104]

1965

FIRST PAPER

Answer *six* questions, at least *two* being taken from each group. Give all necessary equations.

Group A

1. Explain the term solubility. What is a solubility curve ?

Describe how you would determine the solubility of lead nitrate at room temperature. [Q. 23 (a), 25]

50 gms. of lead nitrate are dissolved in 75 c.c. boiling water.

What weight of the solute will crystallise out when the solution is cooled to 20°C ? (solubility of lead nitrate at 20°C is 55·4)

[51 পৃষ্ঠার 10 নং উদাহরণ]

2. Enumerate all the informations (qualitative, gravimetric and volumetric) that is given by the equation $C+O_2=CO_2$ and describe how the gravimetric part may be established experimentally.

[Q. 75 (b)]

3. A salt has the following percentage composition :—
Na – 27·38, H – 1·19, C – 14·29, O – 57·40.

Find the simplest formula. Na = 23 [উদাহরণ 2, পৃষ্ঠা 156]

2·1 gm. of this salt is strongly heated. What is the volume of carbon dioxide evolved at 27°C and 760 mm. and what is the weight of the solid residue ? [উদাহরণ 19, পৃষ্ঠা 336]

4 One litre of hydrogen at N. T. P. weighs 0·089 gm. What is the volume occupied at N. T. P. by (*a*) one gram-molecule of hydrogen, (*b*) one gram-molecule of any other gas ?

0·1022 gm. of a substance, when vapourized, occupies 55·5 c.c. at 27°C and 750 mm. Find the gram-molecular weight of the substance. [উদাহরণ 11, পৃষ্ঠা 3:2]

5. Give examples of three substances which yield oxygen when heated, either alone or after mixing with another substance.

Describe how oxygen may be prepared and collected in the laboratory from one of these substances.

State how oxygen may be converted into (*a*) an acidic oxide, (*b*) alkaline oxide and (*c*) insoluble basic oxide. Give the reasons for classifying the oxides under respective heads.

[Addl. Q. 13, পৃষ্ঠা 95 ; Q. 40 (*a*) বা (*b*), Q. 45 (*c*)]

Group B

6. Describe the laboratory preparation of nitric acid. State how you could obtain from the acid specimens of (*a*) nitric oxide, (*b*) nitrogen peroxide. How may these oxides be converted back into nitric acid ? [Q. 99, 106, 102 (নীতি)]

Describe the oxidising action of nitric acid on (*a*) charcoal ; (*b*) ferrous sulphate solution. [পৃষ্ঠা 235–236]

7. State how you could prepare chlorine in the laboratory.

How would you show that it is an oxidising agent ?

Tabulate three properties in respect of which it differs from sulphur dioxide.

Describe its use as a bleaching agent. [Q. 156, 170, 166 (*c*)]

8. How is fluorine prepared in the laboratory ?

Give a neat sketch of the apparatus.

State three important properties of the element and compare them with those of chlorine. [Addl. Q. 8, পৃষ্ঠা 380]

9. Describe how you would determine the composition of water by volume, as well as by weight. [Q. 67, 69]

10. Give a brief account of any one method for the manufacture of sulphuric acid. (Details of plants are not required.) [Q. 180]

SECOND PAPER

N.B.—In numerical problems no credit will be given unless details of calculations are shown in the answer methodically.

Group A (Answer *two* questions only)

1. Define "equivalent weight" of an element. Magnesium dissolves completely in excess of dilute sulphuric acid with evolution of hydrogen. Describe in detail an experiment in which this reaction is carried out to determine the equivalent weight of the metal. Illustrate your answer with a sketch of the apparatus required. [Addl. Q. 7, পৃষ্ঠা 464]

2. Describe briefly the modern idea about the structure of atoms, and explain "oxidation", and "reduction" in terms of electrons, illustrating your answer with four examples. [Q. 221, 228]

3. (*a*) An oxide of a metal contains 52.91% of the metal. Calculate its equivalent weight. [উদাহরণ 2, পৃষ্ঠা 434]

(*b*) 0.362 gm. of a metal displaces 3.225 gm. of silver from a solution of silver nitrate. Calculate the equivalent weight of the metal. [At. weight of Ag. = 107.88 and ite valency = 1]

[443 পৃষ্ঠার 17 নং উদাহরণ]

(*c*) 1.6182 gm. of pure metallic silver, when dissolved in nitric acid and treated with slight excess of hydrochloric acid.

produces 2·1501 gm. of silver chloride. Calculate the equivalent weight of silver. Equivalent weight of chlorine is 35·46.

[441 পৃষ্ঠার 14 নং উদাহরণ ।]

4. What do you mean by 'atomic weight'' of an element ? Describe a method for its determination by utilizing Avogadro's Law Illustrate with an example. How would you determine the accurate atomic weight of an element ?

[Q. 186 (b), 148, 200]

Group B

(Answer *any four* questions)

5. How does destructive distillation differ from ordinary distillation ? Explain why the former is called destructive. Illustate your answer. [Addl. Q. 9, পৃষ্ঠা 68]

Name the by-products in the manufacture of coal gas and state their uses. [Q. 269]

6. How is acetylene prepared in the laboratory ? Give a sketch of the apparatus. State the properties of the compound. By what reactions would you prove that it is an unsaturated substance ? Give equations. [Q. 274]

7. How would you prepare the following compounds ?

(*a*) Formaldehyde, (*b*) Acetone, (*c*) Formic acid. Give equations with structural formulae of the compounds.

[(*a*) Q. 283, (*b*) Q. 279 বা Addl. Q. 5, পৃষ্ঠা 704 (*c*) Q. 284]

8. How is sodium extracted from sodium chloride ? How do you know that it is a metal ? [Q. 235 (b), 230 (c)]

What happens when the metal is kept at ordinary temperature in (*a*) dry air, (*b*) moist air and (*c*) chlorine. Give equation for the reaction in each case. [Q. 236]

9. Describe how copper is extracted from copper pyrites. Give equations for the chemical reactions which take place in the process. [Q. 246]

What happens when metallic copper is (*a*) treated with

moderately dilute nitric acid and (*b*) boiled with concentrated sulphuric acid ? Give equations. [পৃষ্ঠা 605]

10. Under what conditions does water react witch (*a*) iron, (*b*) carbon and (*c*) calcium ? Give equations. [Q. 63]

How does chlorine react with (i) phosphorus and (ii) aluminium ? Give equations. [পৃষ্ঠা 363]

1965 (Compartmental)

FIRST PAPER

Answer *six* questions, at least *two* being taken from each group. Give all necessary equations.

Group A

1. What are the essential differences between a chemical and a physical change ? State, giving reasons, what kind of change is involved in each of the following cases :—(a) magnetisation of iron, (b) heating a piece of magnesium ribbon, (c) heating the filament of an electric bulb by passing electric current, (d) heating of camphor. [Q. 3 and 4]

2. State Gay Lussac's law of gaseous volumes.

Describe how the law can be experimentally verified in the case of combination of hydrogen and chlorine. [Q. 142]

3. An oxide of a metal M contains 27·6 per cent of oxygen. If the formula of the oxide be M_3O_4, find the atomic weight of M. Another oxide of the same metal contains 30·0 per cent of oxygen. What is the formula of the oxide ? [উদাহরণ 11, পৃষ্ঠা 163]

4. Describe how you would proceed to find the atomic weight of oxygen. [Q. 148]

5. Explain the terms oxidation and reduction. [Q. 84]

Classify any four of the following substances as oxidising or reducing agent, giving one chemical equation in each case in illustration of their behaviour as such :—

(a) Hydrogen peroxide, (b) Carbon monoxide, (c) Nitric acid, (d) Sulphuric acid, (e) Chlorine, (f Copper oxide (g) Hydro-iodic acid, (h) Sulphur dioxide. [Misc. Q. 6, পৃ: 712]

Group B

6. How may dry ammonia gas be prepared in the laboratory ? Sketch the apparatus. [Q. 92 (a)]

Describe experiments to show that it (a) burns in oxygen and (b) is extremely soluble in water. What are the products obtained in (a) and (b) ? [Q. 94]

State two uses of ammonia or ammonium compounds.

[Q. 92. (b), 96]

7. Define the term allotropy.

Name four allotropic forms of carbon and mention two uses each of two of these allotropic forms

How is carbon dioxide obtained on a large scale ? Sketch the kiln. [Q. 119, 128]

8. How is chlorine prepared in the laboratory ? [Q. 155]

How and under what conditions does chlorine react with (a) sodium, (b) sodium hydroxide, (c) potassium iodide, (d) slaked lime ? [Q. 163]

9. How is sulphuretted hydrogen obtained for laboratory use ? Give a sketch of the Kipp's apparatus. [Q. 173]

Under what conditions and with what results does it react with (a) oxygen, (b) sulphur dioxide ? State how it is useful in qualitative analysis for basic radicals.

[পৃষ্ঠা 390, পৃষ্ঠা 394 এবং Q. 175]

10. Starting from bone black, how would you prepare (a) ortho-phosphoric acid, (b) yellow phosphorus, (c) red phosphorus ?

What is superphosphate of lime and what is its use ?

[Q. 109 (a), 115, 110, 111 (a) এবং 116]

SECOND PAPER

Note—In numerical problems no credit will be given unless details of calculations are shown in the answers methodically,

Group A (Answer *any two* questions)

1. Give experimental details for the determination of equivalent weight of copper. Show how you would record experimental data and indicate the method of calculation. [Q. 192]

2. Define 'normal solution'. How would you prepare 250 ml. of a decinormal solution of sodium carbonate and standardize a solution of sulphuric acid ? How would you calculate the strength of the latter ? [Q. 217 (a), 218]

3. Explain what you understand by the following :—

(a) Electrolysis, (Q. 204). (2) Neutralization, [Q. 214 (*a*)] (3) Basic salt [Q. 212 (*c*).] (b) Hydrolysis. [214 (*b*).] Give examples.

4. State Faraday's laws of electrolysis and define electrochemical equivalent of an element. [Q. 206]

An electric current is passed simultaneously through two cells containing (a) acidulated water, and (b) a solution of silver nitrate. Calculate the weight of silver deposited in the second cell during the time that 121·6 ml. of hydrogen at 27°C and 750 mm. pressure is liberated in the first. [At. wt. of Ag = 107·88, valency of Ag = 1 ; 1 ml. of hydrogen at N. T. P. weighs 0·00009 gm.]

[485 পৃষ্ঠার 12 নং উদাহরণ]

Group B—(Answer *any four* questions)

5. How is methyl alcohol prepared on a large scale ? How does it react with a mixture of potassium dichromate and concentrated sulphuric acid ? By what reactions would you prove that in a molecule of methyl alcohol there is one hydroxyl group ? Give equations.

[Q. 279, 282 (a)-এর (6) অংশ (পৃঃ 670), Q. 282 (b)]

6. What are fuels ? How would you classify them ? Give examples. [Q. 268]

Name the products of fractional distillation of petroleum and state their uses. [Q. 271]

7. Write short notes on :—

(a) Homologous series, (b) Sucrose and glucose, (c) Hydrolysis of esters, (d) Structural formula of benzene.

[Ans. (a) Q. 276 (4), (b) 298 ; (c) Q. 294 (c) (d) 697 পৃষ্ঠা]

8. Describe the solvay process for the preparation of sodium carbonate and state its uses. Give equations. [Q. 238]

Why does a solution of sodium carbonate give alkaline reaction ? [পৃষ্ঠা 500]

9. How is aluminium extracted from bauxite ? Describe two chemical reactions of the element to prove that it is a metal. Give equations. [Q. 252, 230 (d)]

What happens when an aluminium foil is introduced into a solution of copper sulphate ? Give equation. [পৃষ্ঠা 614]

10. What is zinc blende ? Describe briefly the operations by which metallic zinc is obtained from it. Give equations.

What is 'galvanizing' ? Under what condition galvanized iron sheets are considered better than tin-plated iron sheets ? Give reasons. [Q. 248, 251]

1966

FIRST PAPER

Answer six *questions, at least* two *being taken from each group*

Group A

1. Explain, giving examples, where necessary, any four of the following :—

(*a*) Sublimation ; (*b*) Efflorescence ; (*c*) Catalysis ; (*d*) Saturated solution ; (*e*) Colloidal solution.

[(*a*) Q. 14 (c) ; (b) Q. 19 (c) ; (c) Q. 10 ; (*d*) Q. 11 (b) এবং (*e*) Q. 29 (a)]

2. State Avogadro's Law. [Q. 143 (a)]

Explain with reference to oxygen, the difference between the weight of the molecule and the molecular weight.

What do you understand by (*a*) gram-molecular weight ; (b) gram-molecular volume of oxygen ? Give their values.

[Q Addl. Q. 8. পৃ: 329]

3. Describe one method each for the preparation of nitrogen from (a) an ammonium salt ; (b) air.

Nitrogen prepared by method (b) was found to be heavier than that obtained by method (a). How has this been accounted for ?

Give the chief properties of nitrogen, including those that show its chemical activity. [Q. 39 (*a*) and (*b*)]

4. Hydrogen prepared by the action of sulphuric acid on 13 grams of zinc is passed separately over (a) 10 grams ; (b) 20 grams of dry and heated copper oxide.

What will be the weight of the residue and its composition in each case ? (Cu = 63 ; Zn = 65) [উদাহরণ 16, পৃষ্ঠা 180]

5. How and under what conditions, does water react with (a) carbon ; (b) chlorine ; (c) iron ; (d) quicklime ; (e calcium carbide ? Give equations. [Q. 63]

What is hydrolysis ? Give examples. [Q. 214 (d)]

Group B

6. How would you prepare a very concentrated solution of hydrogen peroxide ?

Give (a) two examples each of its (i) oxidising property, (ii) reducing action.

(*b*) one example each of its (i) peroxidising property, (ii) bleaching action. [Q. 77, 78]

7. State the conditions for the large scale preparation of ammonia from its elements, and for the oxidation of ammonia to nitric oxide and nitric acid [Q. 94, 102]

Mention the uses of ammonium salts arsenates and arsenites. [Q. 96, 116]

8. Describe the laboratory and commerical methods of preparation of carbon dioxide. Give necessary sketches and equations. [Q. 122(a) 136]

Under what conditions and with what results, carbon dioxide reacts with : (a) charcoal ; (b) calcium carbonate ? [Q. 138(iii) and (vi)]

9. Starting from common salt, how could you prepare (a) a solution of hydrochloric acid ; (b) fairly dry sample of chlorine ? [Q. 152 (a) ও (b), 156]

10. How is dry hydrogen sulphide prepared for laboratory use ? [Q. 173 (a)]

Describe what products are formed and what visual changes are observed when the gas is passed into aqueous solutions of (a) chlorine, (b) potassium permanganate ; (c) lead nitrate ; (d) zinc sulphate. Give equations. [Q. 182]

SECOND PAPER

[*N. B.—In numerical problems no credit will be given for answers with insufficient details of calculations.*]

Group A (Answer *any two* questions)

1. Explain and illustrate with examples :

(a) Oxidation and reduction. [Q. 228 (a)]

(b) Electrovalency and covalency. [Q. 222]

(c) Acid salt and basic salt. [Q. 212]

2. What do you understand by 'electrolytes' and 'electrolysis' ? [Q. 202(a), 204]

State Faraday's first law of electrolysis and deduce a mathematical expression for it. What do you mean by electro-chemical equivalent of an element ? [Q. 206]

3. Define 'equivalent weight' and 'atomic weight' of an element. How are they related ? [Q. 187(a), 186(a), 118(a)]

0·1 gm. of a metal completely dissolved in dilute sulphuric acid and liberated 34·26 ml. of dry hydrogen at N. T. P. Calculate the equivalent weight of the metal.

The solution left gave on evaporation in a desiccator a white crystalline compound isomorphous with $FeSO_4$, $7H_2O$. Molecular weight of the compound was approximately 287. Calculate the atomic weight of the element.

[Use the data ; gram molecular volume of a gas is 22·4 litres at N. T. P., and atomic weight of sulphur is 32]

[অঙ্ক : 458 পৃষ্ঠার 10 নং উদাহরণ]

4. A small quantity of calcium carbonate was completely dissolved by 525 ml N/10, HCl. After the reaction there was no excess of acid. Calcium chloride was then converted into calcium sulphate. Calculate the total quantity of Plaster of Paris that may be obtained from it. Give the weight of $CaCl_2$ also. What happens when Plaster of Paris is mixed with a small quantity of water and left for a few minutes ? Give equation.

[534 পৃষ্ঠার 33 নং উদাহরণ এবং 631 পৃষ্ঠা]

Group B

5. How is sodium prepared from sodium hydroxide ? Give equations. [Q. 235 (a)]

How would you explain the reaction which take place near the cathode and the anode when electric current is passed through an aqueous solution of sodium chloride ? [পৃষ্ঠা 469]

6. How is iron extracted in the blast furnace? Explain with equations the reactions involved. [Q. 258]

7. State what happens when—

(*a*) Copper turnings are treated with moderately dilute nitric acid. [পৃষ্ঠা 241]

(b) Dilute nitric acid is added to red lead. [পৃষ্ঠা 618]

(c) Carbon dioxide is passed through brine saturated with ammonia. [পৃষ্ঠা 592]

(d) A mixture of aluminium powder and ferric oxide is strongly heated. Give equations. [পৃষ্ঠা 614]

8. What are esters and how are they prepared?

What are fats and oils?

How are these latter converted into soaps?

Explain what is meant by the hydrolysis of an ester. Give an example. [Q. 294, 295]

9. How would you prepare methane in the laboratory? Give a neat sketch of the apparatus. [Q. 272(a)]

Why does methane burn with a non-luminous flame and ethylene burns with a luminous flame? [Q. 274(e)]

How and with what results does chlorine react with methane?

[পৃষ্ঠা 649]

10. How is ethyl alcohol prepared from glucose? What is methylated spirit? [Q. 280(a), 280(b)]

Starting from ethyl alcohol how would you obtain ethyl chloride, ethylene, and ethyl acetate? Give equations.

[Addl. Q. 2. পৃষ্ঠা 703]

1966 (Compartmental)

FIRST PAPER

Answer *six* questions, at least *two* being taken from each group. Give all necessary equations.

Group A

1. (a) Explain giving examples where necessary, any three of the following : (i) colloidal solution, (ii) distillation, (iii) valency, (iv) deliquescence. [Q. 29, 16, 72 (iii), 19(d)]

(b) What is a solvent ? Name three solvents other than water that are used in arts and industries. [Q. 11(a), 61(b)]

2. State the law of multiple proportions. Give two examples to illustrate the law. [Q. 90(b)]

Two chlorides of metal contain 35·9 and 52·8% of chlorine respectively. Show that the results are in agreement with the law [উদাহরণ 3, পৃষ্ঠা 214]

3. The air in a room was tested for carbon dioxide by drawing 100 litres of it at 15°C and 750 mm. through caustic potash. The increase in weight of the potash was 1·0 gm. Calculate the percentage by weight of carbon dioxide in the air of the room. Density of air (H=1) is 14·4. [উদাহরণ 49 ; পৃষ্ঠা 351]

How is the balance between oxygen and carbon dioxide maintained in atmospheric air ? Give a sketch of the carbon cycle. [Q. 137]

4. Describe a method for preparing oxygen in the laboratory. Suggest two methods of obtaining oxygen—directly or indirectly—from air. [Q. 40, 48]

Classify the following oxides according to their chemical properties : (a) P_2O_5, (b) CaO, (c) ZnO, (d) BaO_2. Give equations to justify your classification. [Q. 44(b)]

5. How is hydrogen prepared from zinc and sulphuric acid ? What precautions should be taken before collecting the gas ? What

impurities are present in the gas thus prepared and how are they removed ? What do you know of nascent hydrogen ? Mention four important uses of hydrogen. [Q. 49, 50, 52]

Group B

6. Describe how nitric acid is prepared on a large scale from ammonia. [Q. 102]

What happens when the following substances are heated ? (a) nitric acid, (b) lead nitrate, (c) ammonium nitrate. Give equations. [পৃষ্ঠা 235, 92, 247]

7. Starting from potassium bromide, how could bromine be prepared in the laboratory ? [Q. 161(c)]

Compare the physical and chemical properties of bromine with those of chlorine and iodine. [Q. 162]

8. How would you prepare and collect pure carbon monoxide in the laboratory ? [Q. 130]

Compare its properties with those of carbon dioxide. [Q. 133]

How can carbon monoxide be converted into pure carbon dioxide and vice-versa ? [Q. 131]

9. How and under what circumstances does chlorine react with (a) water, (b) caustic soda, (c) ammonia, (d) potassium bromide, (e) carbon monoxide, (f) slaked lime ? Give equations. [Q. 163]

10. Describe the preparation of dry sulphur dioxide from sulphuric acid. [Q. 166(a)]

State the conditions for its oxidation to sulphur trioxide on a large scale. [Q. 180 ; নীতি]

Contrast the bleaching actions of chlorine and sulphur dioxide. [Q. 170]

SECOND PAPER

Group A (Answers *any two* questions)

1. Write what you know about : (a) protons. electrons and neutrons [Q. 219] ; (b) radio-activity [Q. 220] , (e) electro-chemical series of metals [Q. 231]

2. Explain what is ment by atomic weight of an element. Describe how Avogadro's hypothesis is utilised for the determination of atomic weights of elements. Illustrate your answer with a suitable example. How is accurate atomic weight of an element obtained ? [Q 186(b), 148, 200]

3. Define normal solution. Illustrate with two examples. [Q. 217(a)]

50 ml. of a solution of sodium carbonate containing 25 gm. of Na_2CO_3 per litre were diluted to 250 ml. 25 ml. of the diluted solution required 28 ml. of a solution of sulphuric acid for neutralisation. Calculate the strength of the acid in grams per litre. Na=23, C=12, S=32. [37 নং অঙ্ক, পৃষ্ঠা 544]

4 A solution containing 10 gm. of $CaCl_2$ required 100 ml. of a solution of Na_2CO_3 for complete reaction. Sodium carbonate was not in excess after the reaction. Calculate the strength of the sodium carbonate solution in normality.

Calculate the exact volume of carbon dioxide at N.T.P. required to dissolve completely in presence of water the precipitate formed in the reaction stated above.

What will happen if the clear solution obtained finally is boiled ? Give equation, Ca=40, Cl=35·5, Na=23, C=12. [55 নং অঙ্ক, পৃষ্ঠা 548 ; বিক্রিয়া 269 পৃষ্ঠা]

Group B

Answer *any four* questions

5. Starting with a carbonate ore of magnesium how would you prepare crystalline (*a*) magnesium chloride and (*b*) magnesium sulphate ? How is magnesium (metal) obtained ? Under what

condition does magnesium react with (i) water and (ii) carbon dioxide ? Give equations.

[Addl. Q. 14 ; পৃষ্ঠা 639 এবং Q. 240 ; পৃষ্ঠা 598—599]

6. How is lead extracted from its most important ore ? Give equations for the reactions involved and state the uses of the metal. What happens when dilute nitric acid and hot and conc. hydrochloric acid act on the metal separately ? Give equations.

[Q. 255 ; পৃষ্ঠা 616]

7. State the changes observed and chemical reactions which take place when :—

(a) air is blown through red-hot coke. [পৃষ্ঠা 643]

(b) steam is passed through red-hot coke. [পৃষ্ঠা 642]

(c) chlorine is passed over a mixture of aluminium oxide and carbon heated strongly. [পৃষ্ঠা 632]

(d) pure hydrated ferrous sulphate is heated in air. [পৃষ্ঠা 634] Give equations.

8. Describe how ethyl acetate is prepared in the laboratory. Give a neat sketch of the apparatus. [Q. 29 (a)]

What do you mean by hydrolysis of ester ? Illustrate with an equation. [Q. 294(c)] What is soap ? [Q. 296].

9. How are the following compounds prepared ? Give their structural formulae.

(a) acetylene [Q. 274(a)]. (b) acetic acid [Q. 286]. (c) acetone [Q. 279 (ii) or Addl. Q 5. পৃষ্ঠা 704]

13. Describe how benzene is obtained from coal-tar. Why is it called an aromatic hydrocarbon ? How does it differ from an aliphatic hydrocarbon ? Give its structural formula. [Q. 301 ; Addl. Q. 20, পৃষ্ঠা 706]

1967

FIRST PAPER

Answer any *six* questions, at least *two* being taken from each group.

Group A

1. Write short notes on any *four* of the following :—

(a) Valency. [Q. 72 (iii)] ; (b) Catalysis. [Q. 10] ; (c) Gram-atom [Q. 7, 186 (b) (iii)] ; (d) Allotropy [Q. 119 (a)] ; (e) Colloidal solutions. [Q. 29]

2. Tabulate the essential differences between a mixture and a compound of iron and sulphur. [Q. 6]

3. State Gay Lussac's law of Gaseous volumes.

Describe how the law can be experimentally verified in the case of combination of hydrogen and chlorine. [Q. 142]

4. Describe briefly Lavoisier's bell-jar experiment on the composition of air and show how his experiment proved conclusively that air contains one-fifth by volume of oxygen. [Q. 35]

5. (a) Calculate the volume of carbon dioxide measured at 12°C and 750 mm. pressure (C = 12, O = 16) which can be obtained by the complete combustion of 1 gm. of carbon.

[50 নং অঙ্ক ; পৃষ্ঠা 351]

(b) Name four substances for drying gases. State which are suitable and which are unsuitable for drying (i) ammonia, (ii) hydrogen chloride ; (iii) carbon dioxide ; (iv) hydrogen sulphide, giving reason of each case.

[Addl. Q. 7 ; পৃষ্ঠা 416]

Group B

6. How is dry chlorine prepared in the laboratory ? [Q. 156]

How and under what conditions does chlorine react with—(a) sodium, (b) slaked lime, (c) potassium iodide, (d) sodium hydroxide ? [Q. 156 (b) ; Q. 163]

7. Give a sketch of Kipp's apparatus. [পৃষ্ঠা 108]

How is sulphuretted hydrogen obtained for laboratory use ? [Q. 173 (a)] Uuder what conditions and with what results does it react with (a) oxygen and (b) sulphur dioxide ?

[পৃষ্ঠা 390 ; Q. 182 (iii)]

Show how it is useful in qualitative analysis for basic radicals.

[Q. 175]

8. (a) Describe an experiment by which it can be shown that carbon dioxide contains its own volume of oxygen. [Q. 124]

(b) Explain the principle of a simple fire extinguisher.

[Q. 127 (a)]

(c) Explain the following reactions with equations :—

(i) Carbon dioxide is passed into calcium carbonate suspended in water [Q. 138 (vi) ; (ii) A ribbon of magnesium is burnt in a jar of carbon dioxide. [Q. 138 (i)]

9. (a) How much potassium chlorate should be strongly heated to yield as much oxygen as would be obtained from 200 gms. of mercuric oxide ? (K=39 ; Hg=200) [উদাহরণ 7, পৃষ্ঠা 173 ; Ans. 37 8 gms.]

(b) Find the weight of calcium nitrate formed by treating 60 gms. of calcium oxide with 100 gms. of nitric acid.

[উদাহরণ 6, পৃঃ 172]

(c) A compound containing C, H and O contains C=40%, H=6·67%. Its molecular weight is 180. Determine the molecular formula of the compound.

[16 নং অঙ্ক ; পৃঃ 167]

10. Starting from bone ash describe how you would prepare .—

(a) Orthophosphoric acid [Q. 115], (b) White phosphorus [Q. 110 (b)]

What is superphosphate of lime and what are the uses of super phosphates ? (One use only). [Q. 116 (i)]

SECOND PAPER

Group A (Answer any *three* questions.)

1. State and explain Farady's laws of electrolysis. What is a "Faraday" ? Why is it considered as an important unit ? [Q. 206. 208]

A current of 0·75 amp. is passed through a solution of a salt of a metal for 45 minutes. Increase in weight of cathode is 0·6662 gm. Calculate the equivalent of the metal. [উদাহরণ 8, পৃষ্ঠা 482]

2. Define equivalent weight of an acid and equivalent weight of an alkali. Give examples. [Q. 216]

A solution of sodium carbonate is prepared by dissolving exactly 6 gms. of Na_2CO_3 in 1 litre of water. 25 ml. of this solution require 26 ml. of dilute sulphuric acid for neutralisation. Calculate the strength of the acid in normality. What volume of water is to be added to 1 litre of the acid to make it exactly decinormal ? [40 নং অঙ্ক, পৃষ্ঠা 545]

What do you mean by basic salt ? Give at least two examples. [Q. 212 (c)]

3. Describe briefly two methods of the determination of equivalent of an element. (Equivalent = Equivalent weight) [Q. 197(b)]

(a) 0·2434 gm. of a chloride of a metal M gave with slight excess of silver nitrate 0·6450 gm. of silver chloride from its aqueous solution acidified with nitric acid. Using the standard 35·457 as the equivalent of chlorine, calculate the equivalent of M. Silver, which is univalent, has the atomic weight 107·88.

(b) 0·2234 gm. of M, added to cupric sulphate solution, dissolved completely giving precipitate of 0·2543 gm. of metallic copper. Calculate the equivalent of M using 63·57 as the atomic weight of copper.

Account for the discrepancy in the values of equivalent of M as determined in (a) and (b). Suggest the atomic weight of M and the name of the metal, if possible. [41 নং অঙ্ক ; 448]

4. Write short notes on :—
(a) structure of an atom. [Q. 221]
(b) radio-activity. [Q. 220]
(c) oxidation and reduction. [Q. 228]

Group B

(Answer *four* questions only.)

5. (a) Describe one chemical test for distinguishing a metallic element from a non-metallic one.

[229 নং প্রশ্নের রাসায়নিক ধর্ম দেখ ।]

(b) Describe giving conditions, the reaction of water with iron and calcium. [ঐ ধাতুগুলির ধর্ম দেখ] ।

6. How is aluminium obtained from bauxite ? [Q. 252]

Name and give the constituents of an alloy of the metal. [Q. 232]. How does aluminium powder react with sodium hydroxide ? [পৃষ্ঠা 613]

7. Describe the process of extraction of zinc from its ores. Mention oxidation or reduction which takes place at any stage. State the uses of the metal. Name two important alloys of the metal and mention their constituents. [Q. 248, 250, 232]

8. Give a brief account of the preparation of coal gas by destructive distillation of coal. How is it purified ? Name the constituents of coal gas. What products are obtained ? State their uses. [Q. 269]

9. How is ethylene prepared in the laboratory ? How is it purified ? Give a neat labelled sketch of the apparatus. [Q. 273] By what chemical reactions will you distinguish between ethylene and methane ? [Q. 275 (a) ; ধর্ম নং (v) (vi) (vii)

10. How is ethyl acetate prepared in the laboratory ? Give a neat labelled sketch of the apparatus. How do you get ethyl alcohol from the ester ? [Q. 294, Addl. Q. 15, পৃঃ 706]

What are fats and oils ? Give examples. [Q. 295 (a)]

1967 (Compartmental)

FIRST PAPER

Group A

1, Explain any *four* of the following :—

(a) Saturated solution, (b) Solubility, (c) Sublimation, (d) Catalysis. (e) Electro-chemical equivalent, (f) Gram-atom.

[Q. 11 (b), 23 (a) 14 (c), 10, 208 (a) (iii). 186 (b) (iii)]

2. State Dalton's atomic theory. Is the atom indivisible ? Give reasons for your answer. Explain what you understand by atomic weight of an element. [Q. 91, 227, 186(b)(i)]

3. State the law of conservation of mass. Describe one experiment each to show that the law holds good for (a) rusting of iron, (b) burning of charcoal. [Q. 86 (a). 88 (a) and (b)]

4. How will you distinguish a mechanical mixture from a chemical compound ? Solution has many properties of a compound, yet it is a mixture—Explain. [Q. 6, 12(a)]

5. What happens when :—

(a) Mercuric oxide is strongly heated [পৃঃ 91] ; (b) Magnesium burns in a jar of carbon dioxide. [Q. 138 (i) ; (c) Water is added to anhydrous copper sulphate. [পৃঃ 632] ; (d) Ammonium chloride is heated with calcium hydroxide [পৃঃ 223].

Group B

6. Describe one method of preparing bromine in the laboratory. Give equations. State four of its properties. [Q. 161 (c)]

7. What is meant by hardness of water ? What is the hardness due to ? What are the disadvantages of hard water when used (a) in the laundry, and (b) in boiler ? [Q. 59 (a) and (c)]

8. How is nitric acid prepared in the laboratory ? State its properties and uses. Give an example of oxidising property of nitric acid. [Q. 99]

9. Attempt any *four*. State what happens (with equations) when :

(a) Chlorine is passed into caustic soda solution. [Q. 163 (iii) & (iv)

(b) Carbon di-oxide is passed into lime water. [Q. 138 (ii)]

(c) Hydrogen peroxide is added to an acidified solution of potassium permanganate. [Q. 81 (iii)]

(d) Steam is passed over red-hot iron, [Q 71 (i)]

(e) Manganese di oxide is heated with conc. HCl. [পৃঃ 362]

(f) Conc. H_2SO_4 is boiled with powdered sulphur. [পৃঃ 383]

10. How is white phosphorus converted to red phosphorus and vice versa ? [Q 111 (a)]. What happens when phosphorus is treated with (a) sodium hydroxide, (b) nitric acid. [Q. 117 (a) & (b)]. Mention the uses of phosphorus and superphosphate (only one use of each).

SECOND PAPER

Group B

1. Describe, giving experimental details, how equivalent of zinc is determined. How do you calculate the equivalent from experimental data ? Give a neat sketch of the apparatus. [Q. 190]

2. What is an electrolyte ? How does it differ from a non-electrolyte ? Illustrate with examples. [Addl. Q. 4 ; পৃঃ 572]

Calculate the weight of silver deposited on the cathode when a current of 2 5 amperes is passed through a solution of $AgNO_3$ for one hour.

The same current is passed through two other cells, contained in series, one containing a solution of $CuSO_4$ and the other dilute sulphuric acid. Calculate the weight of copper deposited and the volume of hydrogen liberated at N. T. P. (Equivalents of Ag and Cu are 107·88 and 31·75 respectively).

[486 পৃষ্ঠার 13 নং উদাহরণ দেখ।]

3. (i) Explain, with ionic equations, neutralization of sulphuric acid and hydrochloric acid with sodium hydroxide and also with calcium hydroxide.

(ii) Define neutralization from the standpoint of these equations.

(iii) Explain why sodium carbonate behaves as an alkali in solution.

(iv) A bottle contains sulphuric acid approximately 2 N in strength. Describe giving experimental details how you will determine the exact strength.

[i) এবং (ii) Addl Q. 5 ; পৃ: 501 ; (iii) Q. 214 (b) ; (iv) Q. 218 (b)]

4 Write short notes on :—

(a) Isotopes, (b) Oxidation and reduction, (c) Electro-valency and Covalency.

[a) Q. 225 ; (b) Q 228 (a) ; (c) Q. 222]

Group B

5. Starting with sodium chloride in each case how will you prepare (i) sodium hydroxide, (ii) sodium sulphate and (iii) sodium bisulphate ? [i) Q. 237, (ii) Q. 265, (iii Q. 265]

What happens when sodium nitrate is heated alone (পৃষ্ঠা 92) and with conc. H_2SO_4 ? (পৃষ্ঠা 233)

6. How is copper extracted from copper pyrites ? State properties and uses of the metal [Q. 246, 247]. What happens when crystalline copper sulphate is heated in air ? [পৃষ্ঠা 631]

(a) Why are coke and limestone added in the extraction of iron by the blast furnace process ? [পৃষ্ঠা 621]

(b) How does cast iron differ from steel ? How is steel prepared ? [Q. 262, 259]

(c) What happens when an iron knife is dipped into a solution of copper sulphate ?

8. How will you prove that :—

(a) methane is a saturated compound whereas ethylene is unsaturated. [Q. 272 (c) ; 274 (c)]

(b) ethyl alcohol contains a hydroxyl group. [Q. 281 (b)]

(c) benzene is a compound of carbon and hydrogen.

[Addl. Q. 19 ; পৃ: 706]

(d) ester contains an alcoholic group as well an organic acid.

[Addl. Q. 14 ; পৃ: 706]

9. How is formaldehyde prepared ? [Q. 283 a)]. State the relationship between methyl alcohol, formaldehyde and formic acid. [Q. 290 (b)]. What is bakelite ? How is it prepared ? State its uses. [Q. 283 (c)].

10. (a) What is distructive distillation ? How does it differ from ordinary distillation ? [Addl. Q. 9 ; পৃ: 68]

(b) Explain what you mean by homologous series. Give an example. [Q. 276 (4)]

(c) What are fuels ? Give examples. How will you prepare a gaseous fuel from coke ? [Q. 268 (a), (c)]

1968

FIRST PAPER

Answer *six* questions, at least *two* being taken from each group.

Group A

1. Define an element and a compound. Give *one* example of each.

Classify the following substances as elements or compounds :

Common salt, sugar, milk, sulphur, nitre and iron powder, [Q. 5 (b), and (c) ; Addl. Q. 4 ; পৃ: 22]

2. What is water of crystallisation ? Give *two* examples of salts with water of crystallisation.

When 1·5 grams of hydrated calcium chloride were heated, 0·76 gram of anhydrous calcium chloride was left behind What is the percentage of water of crystallisation in hydrated calcium chloride ? [উদাহরণ 3 ; পৃ: 48]

3. What is meant by the empirical formula of a compound ? Explain with an example.

How much aluminium is there in 100 grams of alum ?

$[K_2SO_4 . Al_2(SO_4)_3 . 24H_2O]$

(K = 39 , Al = 27 ; S = 32 ; O = 16 ; H = 1) [উদাহরণ 4 ; পৃ: 149]

4. State the law of multiple proportions. Verify the law using compounds of carbon and oxygen.

[Q. 90 (b) (ii) নং উদাহরণ]

A metal gives two oxides. When 1 gram of each oxide is reduced the weights of metal produced are found to be 0·798 and 0·888 gram respectively. Show that the experimental results support the law of multiple proportions. [উদাহরণ 8 ; পৃ: 217]

5 Prove with the help of Avogadro's hypothesis that the molecular weight of a gas is twice its vapour density. [Q. 146]

One litre of a gas at 27°C, and 780 mm pressure weighs 1·215 gms. ; calculate the molecular weight of the gas

[উদাহরণ 9 ; পৃ: 321]

Group B

6. When mercuric oxide is strongly heated in a hard glass tube a gas is generated What is the name of the gas ? Describe the laboratory method of preparation of the gas from potassium chlorate.

Explain why it is necessary to mix manganese dioxide with potassium chlorate. [Q 40(a) ; 40]

Describe *two* experiments to demonstrate that the gas supports combustion. [Q. 42(a)]

7. Describe a method for the preparation of hydrogen in the laboratory What are the precautions to be taken ? How is the gas preserved after collecting it in a gas jar ? [Q. 49]

8. What happens when nitrogen gas is passed over the following substances after heating them to red heat ? Explain the reactions by equations.

(*a*) Magnesium ribbon ; (*b*) Metallic aluminium ; and (*c*) Calcium carbide.

State the action of water on each of the product.

(Addl. Q. 5 ; পৃঃ 94)

9. Describe the method of preparation of sulphuric acid in the laboratory. How is the acid purified ? Write what you know about the three important uses of sulphuric acid.

[Q 181 (a), বিশুদ্ধিকরণ পৃঃ 404 ; ব্যবহার Q. 177(b)]

10. 'How would you analyse to prove the existence of the acidic radicals in the following salts :—

(a) Sodium sulphate ; (*b*) Sodium sulphide ; (*c*) Sodium nitrate ?

[(a) Q. 185(*a*) ; (*b*) Q. 185(*a*) ; (*c*) Q. 103(*d*) ;

SECOND PAPER

Answer *five* questions, taking not more than *two* from any group.

Group A

1. Describe how equivalent weight of carbon is determined and show how it is calculated from experimental data. Give equations for the reactions involved therein. [Q. 189]

2. What is Dulong and Petit's law ? Describe its application in the determination of the atomic weights. Illustrate it with an example, assuming 0 2143 as specific heat and 9 as equivalent weight of the element. [Q. 198 ; 455 পৃষ্ঠার 5নং উদাহরণ]

3. Explain how electric current is conducted through the following substances and name the substances liberated at the electrodes :—

(*i*) Aqueous solution of sodium sulphate (cathode and anode—both of platinum).

(*ii*) Molten calcium chloride (iron cathode and carbon anode)

(*iii*) Molten cryolite with pure aluminium oxide dissolved in it (carbon anode and carbon cathode).

Use equations to show formation of ions and their ultimate changes. [Q 205 (a)]

Group B

4. Describe Solvay process for the preparation of sodium carbonate and explain with equations the chemical reactions involved. [Q. 238 (a)]

5. Describe how metallic lead is obtained from galena and explain with equations the chemical reactions involved. [Q. 255]

What happens when lead nitrate is strongly heated? Give equation. [Q 46]

6. (*i*) Describe the chemical changes which take place during the rusting of iron. How can rusting be prevented ? [Q 264]

(*ii*) How is iron galvanized ? How does galvanized iron differ from tin-plated iron ? Give reasons. [Q. 251]

(*iii*) What happens when Plaster of Paris is mixed with a little water and allowed to stand for sometime ? Explain with equation. [পৃ: 631]

Group C

7. What is meant by fractional distillation ? Explain its utility with an example. Name the products obtained by the fractional distillation of petroleum and state their uses. [Q. 17(a) ; Q. 271]

8. Describe briefly the methods of preparation of the following :—

(*i*) An ester, (*ii*) Formaldehyde, and (*iii*) Soap.

[(*i*) Q 294, (*ii*) Q. 283 (a), (*iii*) Q. 296]

Explain with an example what is meant by hydrolysis of an ester. [Q 294(c)]

9. What functional groups are present in aldehydes and

ketones ? How are aldehydes related to alcohols and acids ?

[Q. 288, Q. 290]

Describe how methyl alcohol and acetone are obtained from pyroligneous acid. (Q. 279)

1968 (Compartmental)

FIRST PAPER

Answer any *six* questions, taking at least two from each group.

Group A

1. (a) Explain the difference between "atoms" and "molecules".

Illustrate the points with suitable examples.

[Addl. Q. 3 ; পৃষ্ঠা 22]

(b) State the law of conservation of mass. How would you verify it experimentally ? [Q. 86]

2. What is an acid ? What do you understand by the basicity of an acid ? State the basicity of nitric acid, sulphuric acid and phosphoric acid. Give reasons for your statement. [Q. 211]

Explain the following reaction, giving equations :—

(a) Sulphuric acid with caustic soda ; [পৃ: 400]

(b) Hydrochloric acid with sodium carbonate. [পৃ: 595]

3. Name the methods used for the determination of volumetric composition of water.

Describe correctly one of the methods. [Q. 67]

4. Define empirical formula of a compound.

A compound has the following composition :—

K=56·52%, C=8·70% and O=34·78%. Find the formula of the compound.

K=39, C=12 and O=16

[Q. 76 (a) ; 10 নং অঙ্ক ; পৃষ্ঠা 166]

5. State Avogadro's hypothesis. What are the important deductions arrived at from Avogadro's hypothesis? Describe in details any *two* of those with the help of Avogadro's hypothesis.

[Addl. Q. 3 ; পৃঃ 328]

Group B

6. Describe the laboratory method for the preparation of Oxygen. Describe *four* experiments to illustrate the properties of Oxygen. Write what you know about the uses of Oxygen.

[Q. 40 (a) ; Q. 42, Q. 41 (b)]

7. Describe experiments to prove the following statements. Give equations (where possible) of chemical reactions.

(a) Water is produced when hydrogen is burnt in air ;

[Q. 51 (ii)]

(b) Hydrogen is an efficient reducing agent ; [Q. 51 (iii)]

(c) Hydrogen is insoluble in water ;

(d) Ammonium chloride is heated with calcium hydroxide.

[অ্যামোনিয়া গ্যাস প্রস্তুতির ল্যাবরেটরী-পদ্ধতির ব্যবস্থা]

8. Describe how pure chlorine is prepared from concentrated hydrochloric acid. State the important physical and chemical properties of chlorine. Mention three important uses of chlorine.

[Q. 156, 158(a)]

9. How is hydrogen peroxide prepared? State its important properties and uses. What happens when a dilute solution of hydrogen peroxide is evaporated on a water bath? Describe the procedure used for concentrating hydrogen peroxide.

[Q. 77 ; Q. 79 (a)]

10. How would you analyse the following salts to prove the existence of acidic radical in each of these?

(a) Sodium nitrate, (b) Ammonium chloride, (c) Sodium Carbonate. [(a) Q. 103 (c) ; (b) Q. 153 (a) ; (c) Q. 135 (b)]

SECOND PAPER

Answer *five* questions from groups A, B and C but not more than *two* from any group.

Group A

1. Define equivalent weight of an element. Explain with examples. How is it related to atomic weight ?

[187 (a) ; Q. 188 (a)]

Describe in detail a process for the determination of equivalent weight of copper. How is it calculated ? Give equations for reactions carried out. [Q. 192]

2. Explain the term isomorphism. Explain with examples the criteria of isomorphism.

Define Mitscherlis's law of isomorphism. Describe its applications in the determination of atomic weights of elements.

[Q. 199]

3. What are cations and anions ? Illustrate with examples. Explain with equations the changes which take place when :—

(i) electric current is passed through copper sulphate solution between copper electrodes and (ii) when a solution of sodium hydroxide reacts with dilute sulphuric acid. Deduce a correct definition of neutralization from (ii).

[Q. 202. (e), 205 (i) Addl. Q. 5 ; পৃষ্ঠা 501]

Group B

4. How will you prove chemically that sodium is a metal and not a non-metal ? [Q. 230 (c)]

Describe the preparation of metallic sodium from sodium hydroxide. Explain the chemical changes observed during this preparation with equations. [Q. 235]

5. How is copper extracted from a sulphide ore ? Explain with equations the changes which occur at different stages. Describe in detail how copper is refined. [Q. 246]

6. Explain with equations the changes which take place when :—

(i) a piece of zinc is introduced into a solution of silver nitrate. [পৃ: 578]

(ii) iron powder is added to a solution of copper sulphate. [পৃ: 578]

(iii) a mixture of iron oxide and aluminium powder is ignited with a piece of burning magnesium ribbon. [পৃ: 614]

(iv) chlorine is passed over a heated mixture of aluminium oxide and carbon. [পৃ: 632]

and (v) chlorine is passed over heated iron powder. [পৃ: 627]

Group C

What is meant by destructive distillation ? Explain with examples the difference between ordinary distillation and destructive distillation. Name the products obtained by destructive distillation of wood and coal and state their uses.

[Q. 17 (c), Addl. Q. 4 ; পৃ: 704 ; Q. 269, Q 270]

8. Describe how ethyl alcohol is obtained from glucose. Explain with equation the reactions of ethyl alchol whith metallic sodium and also with phosphorus penta-chloride.

[Q 280 (a) ; Q. 281 (a)]

Describe the process of preparation of acetaldehyde from ethyl alcohol and explain with structural formulae thedifference between acetaldehyde and acetone. [Q. 290 (a) প্রশ্নোত্তরের (i) অংশ]

9. (i) How will you distinguish between saturated and unsaturated hydrocarbons with the help of their structural formulae and chemical reactions ? Illustrate with examples.

[Addl. Q. 6 ; পৃ: 704 ; Q. 272 (b) ; Q. 273 (b)]

(ii) Write down the molecular structure of benzene, describe its properties and compare them with those of methane.

[Q. 301 (b) ; Addl. Q. 18 (a) ; পৃ: 706]

1969

FIRST PAPER

Time – Three Hours Full Marks—85

১০ নং প্রশ্ন ও অপর পাঁচটি প্রশ্নের (মোট ছয়টি) উত্তর করিতে হইবে। কোন গ্রুপ (Group) হইতে তিনটির বেশী প্রশ্নের উত্তর করা চলিবে না।

[Answer *question* 10 and *five* others from Group A and Group B but not more than *three* from any group.]

Group A

১। ভৌত ও রাসায়নিক পরিবর্তনের মধ্যে পার্থক্য কী?

(ক) যখন কয়লা জ্বলে, (খ) যখন ফুল ফুটিতে থাকে, (গ) যখন বৈদ্যুতিক বাল্বের তার-কুণ্ডলীর ভিতর দিয়া বিদ্যুৎ প্রবাহিত হয়, এবং (ঘ) যখন চুনে জল দেওয়া হয়, তখন কীরূপ পরিবর্তন হয়, বুঝাইয়া দাও।

[1. What are the differences between physical and chemical changes ? Explain what kind of change takes place when (a) coal burns, (b) water boils, (c) an electric current passes through the filaments of an electric bulb, and (d) water is added to lime.]

[Q. 3 and 4]

২। (ক) কলয়ডীয় দ্রবণ, (খ) অনুঘটন, (গ) সংপৃক্ত দ্রবণ, এবং (ঘ) উদ্‌ত্যাগ সম্পর্কে কী জান?

[2. What do you know of (a) colloidal solution, (b) catalysis, (c) saturated solution, and, (d) efflorescence ?

[Q. 29 (a) ; Q. 10 ; Q. 11 (a) ; Q. 19 (c)]

৩। ভরের নিত্যতা-সূত্র লিখ এবং একটি উদাহরণ দাও। ডালটনের পরমাণুবাদের সাহায্যে এই সূত্রটির ব্যাখ্যা কর।

(ক) একটি মোম পুড়িলে ইহার ওজন কমিয়া যায়।

(খ) এক টুকরা লোহায় মরিচা পড়িলে ইহার ওজন বাড়ে।

উল্লিখিত উদাহরণগুলি কি নিত্যতা-সূত্র সমর্থন করে? যথাযোগ্য যুক্তির সাহায্যে আলোচনা কর।

[3. State the law of conservation of mass and give an example. Explain the law with the help of Dalton's Atomic Theory.

(a) When a candle burns it loses weight.

(b) When a piece of iron rusts it gains in weight.

Do these examples justify the law of conservation of mass? Discuss with reasons.] [Q. 86(a); 91(a); 89(ii), (vi)]

৪। যৌগিক পদার্থ বলিতে কি বুঝায়? বায়ু এবং জলে অক্সিজেন আছে। প্রমাণ কর যে একটিতে অক্সিজেন মৌলিক পদার্থ হিসাবে এবং অপরটিতে অন্য একটি মৌলিক পদার্থের সহিত সংযুক্ত অবস্থায় আছে।

[4. What is meant by a chemical compound? Both air and water contain oxygen. Prove that in one of them oxygen is present as an element, and in the other, in combination with another element.] [Q. 5(c); Q. 65]

৫। পরম উষ্ণতা কাহাকে বলে? একটি গ্যাসের আয়তনের সঙ্গে পরম উষ্ণতার সম্পর্ক আলোচনা কর। ৫০° সে উষ্ণতায় কিছু পরিমাণ নাইট্রোজেনের আয়তন ৫০ ঘ. সে. মি. মাপা হইল। চাপের যদি কোনও পরিবর্তন না ঘটে তবে—৫০° সে উষ্ণতায় ঐ পরিমাণ গ্যাসের আয়তন কত হইবে?

[5. What is absolute temperature? Discuss the relationship between the volume of a gas and absolute temperature. Some amount of nitrogen occupies 50 c.c. at 50°C. If the pressure remains unchanged, what will be the volume of the same amount of the gas at—50°C?] [Q. 140 (a), (b), পৃঃ 299-এর 4নং উদাহরণ]

Group B

৬। পরীক্ষাগারে হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড কিভাবে প্রস্তুত করা হয়? ইহার কয়েকটি প্রধান ব্যবহার উল্লেখ কর। যখন হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড (ক) উত্তপ্ত হয়, (খ) অ্যাসিডযুক্ত পটাসিয়াম আয়োডাইড দ্রবণের সহিত মিশ্রিত হয় এবং (গ) লেড সালফাইডের সহিত মিশ্রিত হয়, তখন কি হয়? সমীকরণ সহ আলোচনা কর।

[6. How is hydrogen peroxide prepared in the laboratory? State some of its important uses. What happens when hydrogen

peroxide is (a) heated, (b) added to acidified potassium iodide solution and (c) added to lead sulphide ? Give equations.]

[Q. 77]

৭। অ্যামোনিয়া হইতে নাইট্রিক অ্যাসিড প্রস্তুত করার বিক্রিয়াগুলি আলোচনা কর। এই অ্যাসিড (ক) কার্বন, (খ) হাইড্রোজেন সালফাইড, এবং (গ) কপারের সহিত কিরূপ বিক্রিয়া করে ? অম্লরাজ কাহাকে বলে ?

[7. Discuss the reactions by which nitric acid is prepared from ammonia. How does the acid react with (a) carbon, (b) hydrogen sulphide, and (c) copper ? What is aqua-regia ?]

[Q 102, পৃষ্ঠা 235, 392, 241, Q. 108(a)]

৮। জলে হাইড্রোজেন আছে, ইহা পরীক্ষার সাহায্যে কিভাবে প্রমাণ করিবে ? নিম্নলিখিত পদার্থগুলির সহিত জলের ক্রিয়া কিরকম, সমীকরণ সহ আলোচনা কর : (ক) ক্লোরিন, (খ) ফসফরাস পেণ্টক্সাইড, (গ) সোডিয়াম এবং (ঘ) চুন।

[8. How would you experimentally prove that water contains hydrogen ? Discuss, with equations, how water reacts with (a) chlorine, (b) phosphorus pentoxide, (c) sodium, and (d) lime.]

[পৃষ্ঠা 103-104 ; জলের সহিত সোডিয়াম বা ক্যালসিয়ামের বিক্রিয়ায় হাইড্রোজেন সংগ্রহ দেখ বা Q. 67(a) অংশ ; Q. 63.]

৯। অস্থিভস্ম হইতে ফসফরাস ও ফসফরিক অ্যাসিড কিভাবে উৎপন্ন হয় ? ফসফরাসের বহুরূপতা সম্পর্কে যাহা জান লিখ। ফসফরাস সর্বদা জলে ডুবাইয়া রাখা হয় কেন ?

[9. Starting with bone-ash how are phosphorus and phosphoric acid prepared ? Write what you know of allotropy of phosphorus. Why is phosphorus always kept under water ?]

[Q 110, Q. 115 (d) ; Q. 111 ; Q 112 (b)]

১০। পরীক্ষানলে একটি লবণ (ক) লইয়া তাহাতে গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড মিশ্রিত করিয়া উত্তপ্ত করিলে হাল্কা সাদা ধোঁয়া (খ) নির্গত হইল। একটি কাঁচের কাঠি অ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইডে ভিজাইয়া পরীক্ষানলের মুখে ধরিলে গাঢ় সাদা ধোঁয়া

(গ) নির্গত হয়। (খ) এবং (গ) পদার্থগুলির নাম কি ? সমীকরণ সহ বিক্রিয়াগুলি লিখ। (ক) লবণের অম্লমূলকটি কি ? এই অম্লমূলকযুক্ত একটি যৌগিক পদার্থের নাম ও সংকেত লিখ।

[10. A salt (a) is taken in a test tube and concentrated sulphuric acid is added to it. On heating it gives light white fumes (b). On holding a glass rod moistened with ammonium hydroxide at the mouth of the test tube dense white fumes (c) are evolved. Name the compounds (b) and (c). State the reactions with equations. What is the acid radical of the compound (a) ? Name a compound with such an acid radical and write its formula.] [Addl. Q. 6 ; পৃ: 380]

1969

Second Paper

গ্রুপ (Group) 'D'-এর ১০নং প্রশ্ন অবশ্যই উত্তর করিতে হইবে।

A, B এবং C গ্রুপ (Group) হইতে যে-কোনও পাঁচটি প্রশ্নের উত্তর লিখিত হইবে। ইহাদের মধ্যে কোন গ্রুপ (Group) হইতে দুইটি প্রশ্ন অধিক নেওয়া চলিবে না।

(*Answer* question No. 10 *of Group D, and* five *other questions from Group A, B and C, taking not more than* two *from any of these groups.*]

Group A

১। তুল্যাঙ্কভার কাহাকে বলে ? পারমাণবিক ওজনের সহিত উহার সম্পর্ক কি ? উহা নির্ণয়ের একটি পদ্ধতি বর্ণনা কর। পরীক্ষালব্ধ তথ্য হইতে উহা কিভাবে গণনা করা হয় ?

[1. What is equivalent weight ? How is it related to atomic weight ? Describe one method for its determination. How would you calculate it from experimental data ?]

[Q. 187 (a) 188 (a) ; Q. 189 বা 190 বা 192]

২। নিম্নলিখিত বিষয়গুলি সম্বন্ধে যাহা জান লিখ :—

(i) প্রোটন, ইলেকট্রন, ও নিউট্রন ;

(ii) তাড়িত রাসায়নিক তুল্যাঙ্ক ও রাসায়নিক তুল্যাঙ্ক।

[2. Write what you know about the following :—

(i) Proton, electron and neutron ;

(ii) Electrochemical equivalent and chemical equivalent.

[(i) Q. 219, (ii) Q. 208 (a) ; Q. 187 (a)]

৩। জারণ ও বিজারণ কাহাকে বলে বিভিন্ন উদাহরণ দ্বারা বুঝাইয়া দাও। ইলেকট্রনীয় মতবাদের সাহায্যে জারণ ও বিজারণ ব্যাখ্যা কর : দৃষ্টান্ত দাও।

[3 Explain, with different types of examples what you understand by oxidation and reduction. Give electronic interpretation of the processes. Illustrate with examples.]

[Q. 228 (a)]

Group B

৪। (i) কপার সালফেট দ্রবণ হইতে লৌহ দ্বারা কপার প্রতিস্থাপিত হয় এবং সিলভার নাইট্রেট দ্রবণ হইতে সিলভার জিঙ্ক ধাতু দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়। এই বিক্রিয়া দুইটির কারণ বর্ণনা কর।

(ii) সোডিয়াম, ম্যাগনেসিয়াম এবং লৌহ, এই তিনটি ধাতু কি কি অবস্থায় জলের সহিত বিক্রিয়া করে ? সমীকরণ সহ বুঝাইয়া দাও।

(iii) "প্লাষ্টার-অব-প্যারি" কি ভাবে প্রস্তুত হয় ? জলের সহিত উহার বিক্রিয়া কি ? বিক্রিয়াটির সমীকরণ দাও।

[4. (i) Copper is displaced from copper sulphate solution by iron and silver from silver nitrate solution by zinc. State reasons for these reactions.

(ii) Under what conditions do sodium, magnesium and iron react with water ? Explain with equations.

(iii) How is 'Plaster of Paris" prepared ? How does it react with water ? Give equation for the reaction.]

[(i) পৃষ্ঠা : 577-78 (ii) পৃষ্ঠা 578, (iii) Q. 265 (2)]

৫। বক্সাইট কাহাকে বলে? উহা হইতে কিরূপে অ্যালুমিনিয়াম ধাতু নিষ্কাশিত হয় বর্ণনা কর এবং রাসায়নিক বিক্রিয়াগুলির সমীকরণ দাও। "থারমিট" প্রক্রিয়া কি?

অথবা,

"কপার পাইরাইটিস" হইতে কপার কি ভাবে প্রস্তুত হয়? সমীকরণ সাহায্যে বুঝাইয়া বল। ঐ আকরিক হইতে বিশুদ্ধ কপার সালফেট কিরূপে প্রস্তুত হয়? শীতল ও মধ্যম তীব্রতার নাইট্রিক অ্যাসিড এবং সালফিউরিক অ্যাসিডের সহিত কপারের বিক্রিয়া সমীকরণ সাহায্যে বুঝাইয়া বল।

[5. What is bauxite? Describe how aluminium is extracted from it and give equations for the chemical reactions involved. What is "Thermit" process? [Q. 252, Q. 254]

Or,

How is copper extracted from 'copper pyrites'? Explain with equations. How is pure copper sulphate prepared from this ore? Explain with equations the reactions of copper with cold and moderately strong nitric acid and with sulphuric acid.

[Q. 246, পৃষ্ঠা 631, 604-605]

৬। সোডিয়াম কার্বনেট, রেড লেড এবং হোয়াইট লেডের প্রস্তুতি ও ব্যবহার বর্ণনা কর।

[6. Describe the preparations of sodium carbonate, red lead, and white lead. State their uses, if any.] [Q. 238, Q. 257]

Group C

৭। কোলগ্যাস কিরূপে প্রস্তুত করা হয়? ইহার উপাদানগুলির নাম লিখ। উপজাত দ্রব্যসমূহ এবং তাহাদের ব্যবহার বর্ণনা কর।

[7. How is coal-gas prepared? Name its constituents. Describe the by-products and their uses.] [Q. 269]

৮। পরীক্ষাগারে ইথিলীন কিভাবে প্রস্তুত করা হয় তাহা বিশদ ভাবে বর্ণনা কর এবং সুন্দরভাবে একটি ছবি অঙ্কন করিয়া ব্যাখ্যা কর। মিথেন ও অ্যাসিটিলীন হইতে ইথিলীনকে পৃথকভাবে সনাক্ত করিতে হইলে কি পরীক্ষা করিতে হইবে বর্ণনা কর।

[8. How is ethylene prepared in the laboratory ? Give a detailed description of the apparatus with the help of a neat sketch. How would you distinguish it from methane and acetylene ?]

[Q. 273, Q 275]

৯। নিম্নলিখিত বিষয়গুলি উদাহরণসহ বুঝাইয়া দাও—

(i) প্রতিস্থাপিত যৌগ এবং যুত যৌগ,

(ii) এষ্টার,

এবং (iii) অ্যালডিহাইড।

[9. Explain and illustrate the following :—

(i) Substitution compound and addition compound.

(ii) Ester.

(iii) Aldehyde.]

[(i) Q. 276, (ii) Q. 294, (iii) Q. 288, 283]

Group D (*Compulsory*)

১০। ধাতু-মূলকের সনাক্তকরণে (i) শিখা-পরীক্ষা এবং (ii) সোহাগাগুটির পরীক্ষা কিভাবে করিয়াছ বিশদভাবে বর্ণনা কর। নিম্নলিখিত লবণগুলি লইয়া এই দুইটি পরীক্ষা করিলে সম্ভাব্য নিরীক্ষা কি হইবে বর্ণনা কর—

(i) কপার সালফেট এবং (ii) ফেরাস সালফেট।

[10. Describe in detail how you have performed (i) flame test and (ii) borax bead test for the detection of metallic radicals.

State the observation when these tests are performed with (i) copper sulphate and (ii) ferrous sulphate.]

[Misc. Q. 12 ; পৃষ্ঠা 719]

1969

(COMPARTMENTAL)

FIRST PAPER

Group A

1. Write notes on : (a) Water of crystallisation, (b) Valency (c) Base, (d) Oxidation,

[(a) Q 19 (a) ; (b) Q. 72 (ii) ; (c) Q. 211 (b) ; (d) Q. 82]

2. What are the differences between a mixture and a compound ? Explain to which class do the following substances belong : (a) Air, (b) Water, (c) Lime, (d) Rust, (e) Saline water. [Q. 6 ; Addl. Q. 6 ; পৃষ্ঠা 22]

3. Establish a relationship between pressure, volume and temperature of gases. [Q. 141]

When 0 3 gm. of carbon is completely burnt in air, calculate (a) the weight of carbon dioxide produced and the volume of the same amount of carbon dioxide at 27°C and 750 m.m. pressure.

[51 নং অঙ্ক ; পৃষ্ঠা 332]

4. State Dalton's atomic theory. Discuss how the laws of (a) constant and (b) multiple proportions can be explained with the help of this theory. [Q. 91 এবং 91 (a)]

5. What is meant by solubility of a solute ? What is the relation between solubility and temperature ? When can a solution be called saturated ? What happens when the temperature of a saturated solution falls ? [Q. 23 ; Q. 11 (b) ; পৃষ্ঠা 33]

Group B

6. Prove that :—

(a) hydrogen is a combustible gas and it produces water on combustion. [Q. 51 (ii)]

(b) hydrogen peroxide is an oxidising agent. [Q. 78]

(c) ammonia is highly soluble in water and the aqueous solution is alkaline. [Q. 93 (iii)]

(d) carbon dioxide contains carbon. [Q. 225]

7. Describe how ammonia is prepared in the laboratory. How is the gas dried ? How is it converted to nitric acid ?

[Q. 2(a) ; Q. 02]

8. Draw a neat sketch of the Kipp's apparatus. Describe how it is used to prepare hydrogen sulphide. Discuss with equations, what happens when the gas is passed through (a) water, (b) concentrated nitric acid (c) copper sulphate solution.

[Q. 173 ; Q. 182]

9. Describe how bleaching powder is prepared. State its uses, How does it bleach ? Compare the bleaching properties of chlorine and sulphur dioxide. [Q. 161 (a) (l) ; Q. 170]

Group C (Compulsory)

10. A salt (a) is taken in a test tube and dilute hydrochloric acid is added to it when effervescence of a gas (b) is observed. When the gas is passed through clear lime water it at first turns milky (c) and finally a clear solution (d) is again obtained. Explain the reactions with equations. Name the acid radical and write its formula.

[Addl. Q. 10 ; পৃষ্ঠা 292]

SECOND PAPER

Group A

1. (i) 0·04 gm. of a metal when dissolved in dilute sulphuric acid evolved 40 ml. of hydrogen at 15°C, and 7·0 mm. pressure, Calculate the equivalent weight of the metal. (Pressure of water vapour at 15°C = 12·5 mm and 1 ml. of hydrogen at 0°C and 760 mm. pressure weighs 0·00009 gm.

(ii) Starting with a definite weight of pure carbon how is its equivalent weight determined in the laboratory ?

[(i) উদাহরণ 10 ; পৃষ্ঠা 438, (ii) Q 189 (b)]

2. Explain and illustrate the following :—
(i) Electro-valency and co-valency,
(ii) Electrolysis and hydrolysis ; and (iii) Acid salt and basic salt.
[(i) Q. 222, (ii) Q. 204, Q. 214 (b), (iii) Q. 212 (b) এবং (c)]

3. Describe how Avogadro's law is applied in the determination of atomic weight of nitrogen. Is the atomic weight thus obtained accurate ? Give reasons for answer.

Group B

4. Under what conditions does chlorine react with the following metals ? Explain with equations the compounds formed after the reaction :—(i) Sodium, (ii) Copper.

What is an alloy ? Name the constituents of the following alloys :—

Brass, German silver, Bronze, Type metal, Solder, and Stainless steel. State their uses.
[পৃষ্ঠা 589, 605 ; Q. 232]

5. Describe the Solvay process for preparation of sodium carbonate and explain with equations the chemical reactions involved. [Q 238]

6. Describe how iron is prepared in blast furnace. Explain with equations the reactions of the different materials used.
[Q. 258]

Group C

7. Give brief accounts of the following :—(i) Producer gas and water gas (ii) Saturated hydrocarbon and unsaturated hydrocarbon. [(i) Q. 268 (c) ; Q. পৃষ্ঠা 704—Addl. Q. 6]

8. Describe in details how methyl alcohol is prepared. Explain with equation what happens when it is oxidised. Name the products obtained by the reaction of methyl alcohol with phosphorus pentachloride and hydrochloric acid. Give equations for the reactions. [Q. 279 (i) ; Q. 282]

9. Describe fractional distillation of coal tar and the products obtained. Give the structural formula of benzene. Name a homologue of benzene and write down its structure. [Q. 300, 301]

Group—D (Compulsory)

10. What happens when borax is heated in a non-luminous bunsen flame? Give reasons.

How would you perform cobalt nitrate test? Name the metals which respond to this test. What are the observations in their cases?

To the acidified solution of a colourless crystalline salt soluble in water, sulphuretted hydrogen is passed but no precipitate is formed. But when the original solution is made ammonaical in presence of ammonium chloride, a white gelatinous precipitate is formed. Name the metallic radical. How would you confirm it?

[Misc Q. 12 এবং 14(i) ; পৃঃ 719, 724]

1970

FIRST PAPER

গ্রুপ (Group) "C" এর ১০নং প্রশ্ন অবশ্যই উত্তর করিতে হইবে। A এবং B গ্রুপ (Group) হইতে যে কোন পাঁচটি প্রশ্নের উত্তর লিখিতে হইবে। ইহাদের মধ্যে কোন গ্রুপ (Group) হইতে তিনটি প্রশ্নের অধিক উত্তর দেওয়া চলিবে না।

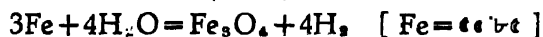
Group A

১। দ্রাবীয়তা ও দ্রাবীয়তা রেখা কাহাকে বলে? উদাহরণ সহ ব্যাখ্যা কর। রসায়নাগারের উষ্ণতার জলে সোডিয়াম ক্লোরাইডের দ্রাবীয়তা কি প্রকারে নির্ণয় করিবে?

[1. Define and illustrate (*a*) solubility, (*b*) solubility curve. Describe how the solubility of sodium chloride in water can be determined at room temperature.] [Q. 23(*a*), Q. 25, Q. 24]

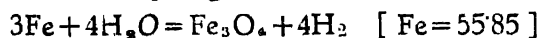
২। বয়েলের সূত্র এবং চার্লসের সূত্র বিবৃত কর। উষ্ণতা, চাপ এবং আয়তনের পারস্পরিক সম্পর্ক নির্ণয় কর।

৮০° সেন্টিগ্রেড উষ্ণতায় ও ৭৮০ মিলিমিটার চাপে ১০০০ লিটার হাইড্রোজেন উৎপন্ন করিতে কত কিলোগ্রাম লোহার সহিত জলীয় বাষ্পের বিক্রিয়া ঘটিবে ?

$3Fe + 4H_2O = Fe_3O_4 + 4H_2$ [Fe = ৫৫.৮৫]

[2. State Boyle's law and Charles' law. Establish the relationship between the temperature, pressure and volume of a gas.]

[Q. 139 ; Q. 141]

[How many kilograms of iron will react with steam to produce one thousand litres of hydrogen at 80°C and 780 m.m. pressure ?]

$3Fe + 4H_2O = Fe_3O_4 + 4H_2$ [Fe = 55·85]

[335 পৃষ্ঠার 8নং উদাহরণ]

৩। গে-লুসাকের গ্যাস-আয়তনিক সূত্রটি কি ? অ্যাভোগাড্রোর প্রকল্পের সাহায্যে কিভাবে গে-লুসাকের সূত্রটি ব্যাখ্যা করা যায় ? গ্রাম-অণু ও গ্রাম-আণবিক আয়তন বলিতে কি বুঝায় ?

[3. What is Gay-Lussac's law of gaseous volumes ? Show how Gay Lussac's law can be explained with the help of Avogadro's hypothesis.

What do you understand by (*a*) gram-molecule, (*b*) gram-molecular volume ?]

[Q. 142 (*a*) ; Q. 144 (*a*) ; Q. 186(b) (iv) ; 149 ii)]

৪। (ক) জারণ ও বিজারণ, (খ) পরমাণু ও অণু, (গ) যোজ্যতা—ইহাদের সংক্ষিপ্ত বিবরণ দাও।

[4. Write short notes on : (*a*) oxidation and reduction (*b*) atoms and molecules, (*c*) valency.]

[(*a*) Q. 82, (*b*) Q. 7, (*c*) Q. 72]

৫। যৌগিক পদার্থের স্থূল সংকেত ও আণবিক সংকেত বলিতে কি বোঝা যায় ? একটি যৌগে ওজন হিসাবে আছে : হাইড্রোজেন ১·৫৯%, অক্সিজেন ৭৬·১৯%, নাইট্রোজেন ২২·৩০%। ১০০° সেন্টিগ্রেড উষ্ণতায় এবং ৭৪০ মিলিমিটার চাপে যৌগটির

(গ্যাস অবস্থায়) ৪৬৭.৭ মিলিলিটার আয়তনের ওজন ০.৯৩৯ গ্রাম। উহার আণবিক সংকেত নির্ণয় কর।

[5. What is meant by (*a*) empirical formula, (*b*) molecular formula of a compound ? [Q. 76(a)]

A compound has the following composition by weight: hydrogen 1.59%, oxygen 76.09%, nitrogen 22.32%, 467.7 ml. of the substance as a gas at 100°C and 740 mm. pressure weigh 0.939g. What is the molecular formula of the compound ?]

[321 পৃষ্ঠার 10 নং উদাহরণ]

Group B

৬। বিশুদ্ধ কার্বন মনোক্সাইডের প্রস্তুতির একটি পদ্ধতি বর্ণনা কর। কার্বন মনোক্সাইডে কার্বনের অস্তিত্ব প্রমাণ কর। ইহার ধর্মের সহিত কার্বন ডাই-অক্সাইডের ধর্মের তুলনা কর।

[6. Describe a method of the preparation of pure carbon monoxide. Prove that carbon monoxide contains carbon. Compare its properties with those of carbon dioxide.]

[Q. 130, 134 (f) এবং 133]

৭। রসায়নাগারে অ্যামোনিয়া কোন্ পদ্ধতিতে প্রস্তুত এবং বিশুদ্ধ অবস্থায় সংগ্রহ করা যায়? কি প্রকারে এবং কোন্ অবস্থায় (ক) ক্লোরিন, (খ) সোডিয়াম, (গ) কপার অক্সাইডের সহিত অ্যামোনিয়ার বিক্রিয়া ঘটে? সমীকরণ সহ বিবৃত কর।

[7. How is am[illegible]a prepared, dried and collected in the laboratory ? Show how and under what conditions ammonia reacts with (*a*) chlorine, (*b*) sodium, (c) copper oxide. Give equations.] [Q. 92 ; Q. 98]

৮। সালফিউরিক অ্যাসিড হইতে সালফার ডাই-অক্সাইড কিভাবে প্রস্তুত করা হয়? (ক) ক্লোরিন, (খ) ফেরিক ক্লোরাইড, (গ) হাইড্রোজেন সালফাইড, (ঘ) সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড—ইহাদের প্রত্যেকটির জলীয় দ্রবণে সালফার ডাই-অক্সাইড চালিত করিলে কি পরিবর্তন হইবে তাহা সমীকরণ সহ বর্ণনা কর।

[8. Describe a method of preparation of sulphur dioxide from sulphuric acid State, with equations, what happens when sulphur dioxide is passed through aqueous solution of (*a*) chlorine, (*b*) ferric chloride, (*c*) hydrogen sulphide, (*d*) sodium hydroxide.]

[Q 166 ; Q 183 (vii), (iv), (ii) এবং Q. 182 (iii)]

৯। রসায়নাগারে ব্রোমিন কিভাবে প্রস্তুত করা হয় লিখ। ব্রোমিনের বেশীর ভাগ রাসায়নিক ধর্মে উহার যে ক্লোরিনের সহিত সাদৃশ্য আছে তাহা দেখাও।

[9. How is bromine prepared in the laboratory ? Show that bromine resembles chlorine in most of its chemical properties.]

[Q. 161 (*c*) ; Q. 162]

Group C (Compulsory)

১০। নিম্নলিখিত প্রত্যেকটি লবণের অম্ল-মূলক (acid radical) সনাক্ত করিবার জন্য যে সকল পরীক্ষা সম্পন্ন করিবে তাহার বিবরণ লিখ :

(ক) সোডিয়াম ক্লোরাইড, (খ) সোডিয়াম সালফেট, (গ) সোডিয়াম নাইট্রেট।

[10 Describe the tests that you would perform in order to identify the acid radicals present in the following salts :

(*a*) Sodium chloride, (*b*) sodium sulphate, (*c*) sodium nitrate.]

[*a*) Q. 153 ; (*a*) (*b*) Q 185, (*a*) (*c*) Q. 103 (*c*)]

1970

SECOND PAPER

গ্রুপ (Group) 'D'-এর ১০ নং প্রশ্ন অবশ্যই উত্তর করিতে হইবে। A, B এবং C গ্রুপ (Group) হইতে যে কোন পাঁচটি প্রশ্নের উত্তর লিখিতে হইবে। ইহাদের মধ্যে কোন গ্রুপ (Group) হইতে দুইটি প্রশ্নের অধিক লওয়া চলিবে না।

Group A

১। নিম্নলিখিত বিষয়গুলি সম্পর্কে যাহা জান সংক্ষেপে লিখ :—

(a) অম্ল, ক্ষারক এবং লবণ।

(b) অম্ল-লবণ এবং ক্ষার-লবণ।

(c) তেজস্ক্রিয়তা (Radio-activity)

1. Write notes on the following :—

(a) Acids, b ses and salts. (b) Acid salt and basic salt. (c) Radio activity.

[Q 211 ; Q. 212 ; Q. 220]

২। (a) তুল্যাঙ্কভার দ্বারা কি বুঝা যায় ? পারমাণবিক ওজনের সহিত উহার সম্পর্ক কি ? (b) 2 gms. লেডকে সম্পূর্ণরূপে উহার অক্সাইডে পরিণত করা হইল অক্সাইডের ওজ। 2·1544 gms. হইলে লেডের তুল্যাঙ্কভার কত ?

2. (a) What is meant by equivalent weight ? How is it related to its atomic weight ? (b) 2 gms. of lead were completely converted into its oxide, which weighed 2·1544 gms. What is the equivalent weight of lead ?

[(a) Q. 187 (a) (i) ; সম্পর্ক : পৃষ্ঠা 421 ; (b) উদাহরণ 3 ; পৃষ্ঠা 435]

৩। সমীকরণ সহ কি হয় বর্ণনা কর :—

(a) ক্যালসিয়াম কার্বনেটকে যখন খুব উত্তপ্ত করা হয় ; [Q 138 (xi)]

(b) কার্বন ডাই-অক্সাইড যখন ঘন সোডিয়াম কার্বনেট দ্রবণের ভিতর দিয়া প্রবাহিত (pass) করা হয় [Q. 138 (v)] ; (c) কার্বন ডাই-অক্সাইড (carbon dioxide) যখন লোহিত-তপ্ত কার্বন (red-hot carbon)-এর ভিতর দিয়া প্রবাহিত (pass) করা হয় [Q. 138 (iii)] ; (d) জলন্ত মেগনেসিয়াম তার (Burning magnesium ribbon) যখন কার্বন ডাই-অক্সাইডের (carbon dioxide) পাত্রের (jar) ভিতর দেওয়া হয়। [Q. 138 (i)]

[3. State, giving equations what happens when

(a) Calcium carbonate is strongly heated ; (b) Carbon dioxide is passed through a concentrated solution of sodium carbonate ; (c) Carbon dioxide is passed through a layer of red-hot carbon ; (d) burning magnesium ribbon is introduced into a jar of carbon dioxide.]

Group B

৪। ধারুত চুল্লীতে (blast furnace) লৌহ (iron) কি প্রকারে নিষ্কাশন (extracted) হয় ? সমীকরণ সহ যে বিক্রিয়া হয় তাহা বর্ণনা কর (explain with equations the reactions involved).

[4. How is iron extracted in the blast furnace ? Explain with equations the reactions involved.] [Q. 258]

৫। (a) ধাতু হইতে অধাতু কি ভাবে রাসায়নিক পরীক্ষার দ্বারা পৃথকীকরণ (distinguish) করা যায় তাহা বর্ণনা কর।

(b) জলের সহিত লৌহ (iron) এবং কেলসিয়াম (calcium)-এর বিক্রিয়া অবস্থা সহ (reactions with conditions) বর্ণনা কর।

[5. (a) How will you distinguish by chemical means metallic elements from non-metallic elements ?

(b) Describe giving conditions, the reaction of water with iron and calcium.] [(a) Q. 229 ; (b) পৃ: 601, পৃ: 627]

৬। সোডিয়াম ক্লোরাইড (sodium chloride) হইতে আরম্ভ করিয়া (starting from) কিভাবে নিম্নলিখিত জিনিস তৈয়ারী (prepare) করিবে :

(a) সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড (Sodium hydroxide) ;

(b) সোডিয়াম স্যালফেট (Sodium sulphate) ;

(c) সোডিয়াম বাই-সালফেট (Sodium bi-sulphate)

সমীকরণ সহ লিখ (Give equations).

[6. Starting from sodium chloride how will you prepare (a) sodium hydroxide, (b) sodium sulphate, and (c) sodium bi-sulphate? Give equations.] [(a) Q. 237 ; (b) Q. 265 (i) ; (c) Q. 265 (9)]

Group C

৭। গ্লুকোজ (Glucose) হইতে কিভাবে ইথাইল এলকোহল (ethyl alcohol) তৈরী হয় ? মেথিলেটেড স্পিরিট (methylated spirit) কি ?

ইথাইল এলকহল (ethyl alcohol) হইতে আরম্ভ করিয়া (starting from) কিভাবে নিম্নলিখিতগুলি পাওয়া যাইবে :—

(a) ইথাইল ক্লোরাইড (ethyl chloride) ; (b) ইথিলিন (ethylene), (c) ইথাইল এসিটেট (Ethyl acetate).

[7. How is Ethyl alcohol prepared from Glucose ? What is methylated spirit ?

Starting from Ethyl alcohol how would you obtain (a) Ethyl chloride ; (b) Ethylene ; and (c) Ethyl acetate.]

[Q. 280 (a) এবং (b) ; পৃষ্ঠা 668—669]

৮। আলকাতরা হইতে (coal tar) কি প্রকারে বেনজিন (benzene) পাওয়া যায় তাহা বর্ণনা কর। উহাকে গন্ধাদি হাইড্রোকার্বন (aromatic) কেন বলে ? ইহা কিভাবে এলিফেটিক হাইড্রোকার্বন (hydrocarbon) হইতে বিসদৃশ (differ) হয় ?

[8 Describe how benzene is obtained from coal-tar. Why is it called an aromatic hydrocarbon ? How does it differ from an aliphatic hydrocarbon ?]

[Q. 301 (a) এবং পৃঃ 706-এর Addl. Q 20 :]

৯। এসিটেলিনের (acetylene) পরীক্ষাগারে প্রস্তুত-প্রণালী (laboratory method of preparation) বর্ণনা কর। উহার মূল ধর্ম (chief properties) এবং ব্যবহার (uses) লিখ।

[9. Describe the laboratory method of preparation of acetylene. Mention its chief properties and uses.] [Q. 274 (a) এবং (b)]

Group D (Compulsory)

১০। (a) ফ্লেম টেস্ট (Flame test) এবং (b) চারকোল টেস্ট (charcoal test) কি ভাবে করিয়াছিলে তাহা পুঙ্খানুপুঙ্খভাবে (in details) বর্ণনা কর। যখন পরীক্ষাগুলি (tests) নিম্নলিখিত ক্ষেত্রে করিয়াছিলে তখনকার পর্যবেক্ষণগুলি (observations) বর্ণনা কর :—

(a) জিঙ্ক সালফেট (zinc sulphate), (b) লেড ক্লোরাইড (lead chloride), (c) কপার সালফেট (copper sulphate)

[10. Describe in details how you carried out (a) Flame test and (b) Charcol test for the detection of metallic radicals.

State the observations you made when thesetests you performed with (a) Zinc sulphate ; (b) Lead chloride and (c) Copper sulphate] [Misc. Q. 12 এবং 13 ; পৃঃ 719, 721]

1970 (Compartmental)

FIRST PAPER

Answer question No. **10** *from Group C and five others from Group A and B but not more than three from any group.*

Group A

1. Write notes on :— 4+4+4+3

(*a*) Catalysis [Q. 10]

(*b*) Oxidation [Q. 82]

(*c*) Gram atom [Q 7 (e)]

(*d*) Allotropy [Q. 119 (a)]

2. What are the differences between physical and chemical changes ? Explain what kind of change takes place when (*a*) sugar dissolves in water ; (*b*) a copper wire is heated in a Bunsen flame ; (*c*) an electric current is passed through acidulated water ; and (*d*) an iron bar is magnetised. 7+4×2

[Q. 3 এবং 4].

3. What are the differences between a mechanical mixture and a chemical compound ? How will you prove that air is mainly a mixture of oxygen and nitrogen ? Name the other gases that are present in air. 8+5+2

[Q. 6. 37 এবং Q. 33]

4. (a) State the law of multiple proportions and give one example. (*b*) State Avogadro's hypothesis and show that the molecular weight of a gas is twice the vapour density. 4+2+4+5

[Q. 90 a). 143 (b) এবং 146]

5. (*a*) The volume of 1 gm. of a gas at N. T. P. is 500 c. c. What is the molecular weight of the gas ? [326 পৃষ্ঠার 6নং অঙ্ক]

(*b*) A compound has the following composition by weight :

Carbon 40% ; Hydrogen 6·67% and Oxygen 53·33%. Determine the molecular formula of the compound if its molecular weight is 180.

[16 নং অঙ্ক, পৃষ্ঠা 167]

Group B

6. Describe the preparation of nitric acid in the laboratory. How does this acid react with (a) carbon and (b) copper ? What is aqua regia ? 6+3+4+2

[Q. 99 ; পৃষ্ঠা 235, 241 ; Q. 108 (a)]

7. Describe how pure and dry chlorine is prepared from hydrochloric acid. Explain with equations what happens when it reacts with (a) caustic soda solution, (b) slaked lime and (c) hydrogen sulphide. 7+4+2+2

[Q. 156 ; Q. 163 (iii), (iv), (vii), (x)]

8. How would you convert carbon dioxide into carbon monoxide and vice-versa ? What happens when (a) carbon dioxide is passed into lime water and (b) a burning magnesium ribbon is introduced into a jar of carbon dioxide ? Explain the principle of a fire-extinguisher. 3+3+4+2+3

[Q 131 ; Q. 138 (ii), (i) ; Q. 127 (a)]

9. Starting from bone ash how would you obtain phosphoric acid and phosphorus ? What happens when phosphoric acid is heated ? What is the use of superphosphate of lime ? 4+6+5

[Q. 110 (b) ; Q. 115 (a) ; Q. 117 (g) ; Q. 116 (i)]

Group C (Compulsory)

10. You are given a salt which may be potassium chloride, potassium nitrate, sodium sulphite or sodium sulphate. How will you proceed to identify the acid radical of the salt ? 10

[Q. 153 (a) ; Q. 103 (c) ; Q. 185 (a)]

1970 (Compartmental)

SECOND PAPER

Answer question No. 10 of Group D, and five other questions from Groups, A, B and C, taking not more than two from any of these groups.

Group A

1. 0·0601 gm. of a metal when dissolved in dil. hydrochloric acid gave 61·55 ml. hydrogen at 27°C and 786·74 mm. pressure. Calculate the equivalent weight of the metal. (Aqueous tension at 27°C = 26·74 mm).

If the formula of its chloride be MCl_2 (M = metal), what is the atomic weight of the metal ? 10+5

[439 পৃষ্ঠার 11 নং উদাহরণ]

2. State and explain with examples the two laws of Electrolysis of Farady. Deduce the relation between the electro-chemical equivalent and equivalent weight. 9+6

[Q. 206]

3. Write down the structural formulae of the following compounds, so that the bonds between different atoms may be clear. Also explain the nature of bonds (electro-valent or covalent) :

(a) H_2O (b) NaCl (c) HCl 5+5+5

[Q. 223]

Group B

4. Name the chief ore of zinc. How is zinc extracted from it ? Give the main properties and uses of zinc. 1+8+6

[Q. 248, 250]

5. Write short notes on (*any three*) :— 5×3

(a) Galvanisation, [Q. 251]

(b) Alloy. [Q. 232]

(c) Thermit process. [Q. 254]

(d) Isotopes. [Q. 225]

(e) Rusting of iron. [Q. 264]

6. Write giving equations and reasons, what happens when (a) lead nitrate is heated. [পৃষ্ঠা 92] (b) an iron ring is immersed in copper sulphate solution. [পৃষ্ঠা 627] (c) CO_2 gas is passed into lime water till in excess. [পৃষ্ঠা 269]. (d) a burning magnesium wire is introduced into a jar of chlorine [পৃষ্ঠা 598]; (e) a piece of sodium is dropped into water. [পৃষ্ঠা 589] 5×3

Group C

7. What is destructive distillation ? How does it differ from ordinary distillation ? From what substance can acetone be obtained by destructive distillation and how ? 3+2+1+9

[Q. 16 এবং 17 (e) ; Q. 279 (ii)]

8. How is methane prepared in the laboratory ? Write down its reactions with chlorine under different conditions. How does methane differ from benzene ? 7+5+3

[Q. 272 (a) ; পৃ: 649 ; Addl. Q. 20, পৃ: 706]

9 Name the main constituents of (a) formalin, (b) rectified spirit, (c) vinegar. Give also the method of preparation of any one of these main constituents.

[Q. 283 (a) ; Q. 280 (b) ; Q. 287]

Group D

10. State what are the colour changes of methyl orange and phenolphthalein in acid and in alkaline solution. 2

(b) Why is conc. HCl used in Flame Test ? What is the colour observed with copper salts in the Flame Test ? What is the type of flame used in this test ? 4

(c) What tests will you perform to identify the basic in a lead salt ?

[(a) পৃষ্ঠা 503 ; (b) Misc. Q. 7(i), পৃষ্ঠা 713 ; (c) Misc. Q. 13, পৃষ্ঠা 721]

1971

FIRST PAPER

গ্রুপ "C"-এর ১০নং প্রশ্ন অবশ্যই উত্তর করিতে হইবে। "A" এবং "B" গ্রুপ হইতে যে কোনও পাঁচটি প্রশ্নের উত্তর লিখিতে হইবে। ইহাদের মধ্যে কোন গ্রুপ হইতে তিনটি প্রশ্নের অধিক উত্তর দেওয়া চলিবে না।

Group A

১। (ক) অস্ফুটন, (খ) বহুরূপতা এবং (গ) উর্ধ্বপাতন—উহাদের সংক্ষিপ্ত বিবরণ লিখ।

1. Write notes on : (a) Catalysis. (b) Allotropy and (c) Sublimation.

[(ক) Q. 10 ; (খ) Q. 119 (a) ; (গ) Q. 14 (c)]

২। গুণানুপাত সূত্রটি লিখ এবং একটি উদাহরণসহ বুঝাইয়া দাও। একটি ধাতুর দুইটি অক্সাইড বিশ্লেষণ করিয়া যথাক্রমে শতকরা ৭৭·৭৮ ও ৭০·০ ভাগ ধাতু পাওয়া গেল। গণনা করিয়া দেখাও যে এই পরীক্ষার সিদ্ধান্ত গুণানুপাত সূত্রটিকে সমর্থন করে।

2. State the law of multiple proportions and explain the same with an example. Two oxides of a metal, on analysis, were found, to contain 77·78 and 70·0% of the metal. Show that these results support the law of multiple proportions.

[Q. 90 (b) ; 216 পৃষ্ঠার 6নং উদাহরণ দেখ।]

৩। মিশ্রপদার্থ ও যৌগিক পদার্থের পার্থক্যগুলি উদাহরণসহ বিশদভাবে আলোচনা কর। লৌহচূর্ণ, গন্ধক, সাধারণ লবণ ও বালির মিশ্রণ হইতে উপাদানগুলি কি প্রকারে পৃথক করিবে ?

3. Elucidate with examples the differences between a mechanical mixture and a chemical compound. How will you separate the constituents of a mixture of iron filings, sulphur, common salt and sand ? [Q. 6 এবং Q. 32 (c)]

৪। রাসায়নিক সমীকরণ কাহাকে বলে ? নিম্নলিখিত সমীকরণটি কি তথ্য প্রকাশ করে ? $N_2 + 3H_2 = 2NH_3$। ইহার সীমাবদ্ধতাই বা কি ?

4. What do you mean by a chemical equation ? What are the information given by the following equation ?

$N_2 + 3H_2 = 2NH_3$. What are its limitations ?

[Q. 74]

৫। এক গ্রাম করিয়া পটাসিয়াম ক্লোরেট এবং ক্যালসিয়াম কার্বনেট যথেষ্টভাবে উত্তপ্ত করিলে প্রতি ক্ষেত্রে ওজনের কতটা পরিবর্তন হইবে ?

[K = 39 Cl = 35·5, O = 16, Ca = 40, C = 12]

(খ) প্রমাণ উষ্ণতা ও চাপে কোনও গ্যাসের এক লিটারের ওজন ৩·১৭ গ্রাম। ইহার আণবিক ওজন কত ?

5. (a) What changes in weight will be observed on heating sufficiently one gram each of potassium chlorate and calcium carbonate separtely ?

(b) Calculate the molecular weight of a gas one litre of which at N.T.P. weights 3·17 gm.

(ক) 175 পৃষ্ঠার 9 নং উদাহরণ।

(খ) 327 পৃষ্ঠার 7 নং অঙ্ক।

Group B

৬। ল্যাবরেটরীতে হাইড্রোজেন পার অক্সাইডের গাঢ় দ্রবণ কিভাবে প্রস্তুত করিবে ? ইহা জারক ও বিজারক উভয়রূপেই বিক্রিয়া করিতে সক্ষম তাহা পরীক্ষা দ্বারা প্রমাণ কর। ইহার ব্যবহার কি কি ?

6. Describe how a strong solution of hydrogen peroxide may be prepared in the laboratory. How would you demonstrate that it can act both as an oxidising and a reducing agent. What are its uses ?

[Q. 77 (a) এবং 78]

৭। হাইড্রোজেন সালফাইডের প্রস্তুতি বর্ণনা কর। ব্যবহৃত যন্ত্রাংশের একটি চিত্র অংকন কর। ল্যাবরেটরীতে বিকারক হিসাবে ইহার ব্যবহারের উপর টীকা লিখ।

7. How is hydrogen sulphide prepared in the laboratory ? Give a sketch of the apparatus used. Add a note on its use as a laboratory reagent.

[Q. 171 (a) এবং 175]

৮। ফসফেট আকরিক হইতে কিভাবে ফসফরাস নিষ্কাশিত করা হয় ? শ্বেত ফসফরাসকে কিরূপে লোহিত ফসফরাসে রূপান্তরিত করিবে ? কষ্টিক সোডা দ্রবণের সহিত শ্বেত ফসফরাসের কি রাসায়নিক বিক্রিয়া হয় ?

8. How is phosphorus prepared from phosphatic mineral ?

How is white phosphorus converted into red variety ? What is the action of caustic soda solution on white phosphorus ?

[Q. 110 (a) এবং 111 (a) ; Q. 117 (a)]

৯। নিম্নলিখিত বস্তুসমূহের উপর তাপজনিত প্রভাব বর্ণনা কর :

(ক) অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড, (খ) অ্যামোনিয়াম নাইট্রেট, (গ) সোডিয়াম বাই-কার্বনেট, (ঘ) সোডিয়াম নাইট্রেট ও (ঙ) লেড নাইট্রেট।

9. Describe the action of heat on the following :—

(a) Ammonium chloride, (b) Ammonium nitrate, (c) Sodium bi-carbonate, (d) Sodium nitrate and (e) Lead nitrate.

[(ক) এবং (খ) Q. 98 (x), (xi) ; (গ) পৃষ্ঠা 287 ; (ঘ) ও (ঙ) Q. 46]

Group C (Compulsory)

১০। পরীক্ষা-নলে একটু লবণ লইয়া তামার কুচি ও গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড সহযোগে উত্তপ্ত করাতে বাদামী বর্ণের একটি গ্যাস নির্গত হইল। গ্যাসটি কি হইতে পারে ? গ্যাসটি কোন্ বিক্রিয়ার ফলে নির্গত হইল ? লবণের অম্ল মূলকটিকে সুনিশ্চিতভাবে সনাক্ত করিবার জন্য একটি সিক্ত পরীক্ষার বর্ণনা দাও। পরীক্ষার ফলে যে বিক্রিয়া ঘটে তাহা সমীকরণসহ লিখ।

10. A dry sample of a salt is heated with copper turnings and conc. sulphuric acid in a test tube when a brown gas is evolved. What is this gas likely to be ? What may be the reaction leading to its evolution ? Describe a wet test which will confirm the presence of the acid radical of this salt. Discuss the reactions with equations. [Addl Q. 9, পৃঃ 248]

1971

SECOND PAPER

গ্রুপ D-এর ১০নং প্রশ্নের উত্তর অবশ্যই দিতে হইবে। A B এবং C গ্রুপ হইতে যে কোন পাঁচটি প্রশ্নের উত্তর লিখিতে হইবে, কিন্তু কোন গ্রুপ হইতে দুইটির বেশী নেওয়া চলিবে না।

Group A

১। নিম্নলিখিত বিষয়গুলি সম্পর্কে যাহা জান সংক্ষেপে লিখ :—

(a) লবণের আর্দ্র-বিশ্লেষণ ; (b) তড়িৎ যোজ্যতা ও সমযোজ্যতা ; (c) আয়ন ও পরমাণু।

1. Write briefly what you know of the following :—

(a) Hydrolysis of salts ; (b) Electrovalency and covalency ; (c) Ion and atom.

[(a) Q. 214 (b) ; Q. 222 ; (c) Q. 202 (c)]

২। ফ্যারাডের তড়িৎ-বিশ্লেষণ সম্পর্কিত সূত্রগুলি বিবৃত কর। তড়িৎ রাসায়নিক তুল্যাঙ্ক বলিতে কি বুঝায়। তড়িৎ-রাসায়নিক তুল্যাঙ্কের সহিত রাসায়নিক তুল্যাঙ্কের সম্পর্ক নির্ণয় কর।

দুই অ্যাম্পিয়ার তড়িৎ-প্রবাহ প্লাটিনাম ইলেকট্রোডের সাহায্যে একটি কপার সালফেটের জলীয় দ্রবণে 32 মিনিট 10 সেকেণ্ড চালনা করিলে কত পরিমাণ তাম্র ক্যাথোডে জমা হইবে ? (1 Faraday = 96500 কুলম্ব ; Cu = 63·6).

2 State Faraday's Laws of Electrolysis. What is meant by "electro-chemical equivalent"? Establish a relation between electro-chemical equivalent and chemical equivalent.

A current of 2 amperes is passed through an aqueous solution of copper sulphate through platinum electrodes for 32 minutes and 10 seconds. How much copper will be deposited on the cathode ? (1 Faraday = 96500 coulombs ; Cu = 63·6)

[Q. 206 ; অঙ্ক : 490 পৃষ্ঠার 9নং অঙ্ক।]

৩। (i) ডুলং ও পেটিটের সূত্রটি কি ? মৌলের পারমাণবিক গুরুত্ব নির্ণয়ে এই সূত্রের প্রয়োগ একটি উপযুক্ত দৃষ্টান্ত দ্বারা বুঝাইয়া লিখ। (ii) সমাকৃতিসম্পন্ন যৌগ বলিলে কি বোঝায় ? ইহাদের বৈশিষ্ট্য কি ? দুইটি উদাহরণ দাও। (iii) দুইটি দৃষ্টান্তসহ "আইসোটোপ" কথাটি ব্যাখ্যা কর।

3. (i) What is Dulong and Petit's Law ? Explain the application of the law, giving a suitable example in the determination of atomic weight of an element.

(ii) What is meant by "isomorphus compounds"? What are their characteristics? Give two examples.

(iii) Explain, with two illustrations, the meaning of the term "isotopes."

[(i) Q 198 ; (ii) Q. 199 (a) ; (iii) Q. 225]

Group B

৪। লেডের প্রধান আকরিক কি? উহা হইতে ধাতুটি কিভাবে নিষ্কাশন করা হয়? এই সম্পর্কে রাসায়নিক বিক্রিয়াগুলির সমীকরণ দাও। লেডের প্রধান প্রধান ব্যবহারের উল্লেখ কর। ইহা হইতে রেড লেড কিভাবে তৈয়ারী করা হয়? রেড লেডের ব্যবহারের একটি দৃষ্টান্ত দাও।

4. What is the chief ore of lead? How is lead extracted from it? Give equation for the chemical reactions involved. Mention the important uses of lead. How is red lead made from it? Mention one uses of lead.

[লেডের প্রধান আকরিক গ্যালেনা, PbS। Q. 225, 256 এবং 257]

৫। নিম্নলিখিত পদার্থগুলির প্রস্তুত প্রণালী ও ব্যবহার বর্ণনা কর :—

(a) অ্যালুমিনা, (b) প্লাস্টার অব প্যারিস, (c) অনার্দ্র অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইড (d) কপার সালফেট।

5. Describe the preparation and uses of the following :—

(a) Alumina, (b) Plaster of Paris, (c) Anhydrous aluminium chloride, (d) Copper sulphate.

[(a) 611 পৃষ্ঠায় বক্সাইট বিশুদ্ধিকরণ। (b), (c) ও (d)-এর জন্য Q. 265]

৬। নিম্নলিখিত প্রক্রিয়াগুলিতে কি কি রাসায়নিক পরিবর্তন হয় সমীকরণসহ লিখ :—

(a) অ্যালুমিনিয়াম চূর্ণ ও ফেরিক অক্সাইডের মিশ্রণ উত্তপ্ত করা হয়। (b) একটি দস্তার টুকরা কপার সালফেটের জলীয় দ্রবণে প্রবিষ্ট করান হয়। (c) উত্তপ্ত সোডিয়াম ধাতুর উপর শুষ্ক অ্যামোনিয়া গ্যাস চালনা করা হয়। (d) অ্যামোনিয়া সম্পৃক্ত ব্রাইনে কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্যাস পরিচালনা করা হয়।

6. Write giving equations, what happens when :

(a) A mixture of aluminium powder and ferric oxide is heated. (b) A piece of zinc is dipped into an aqueous solution of copper sulphate, (c) Dry ammonia is passed over hot sodium. (d) Carbon dioxide is passed through ammoniacal brine.

[(a) পৃ: 614 ; (b) পৃ: 609 ; (c) পৃ: 589 ; (d) পৃ: 592]

Group C

৭। পরীক্ষাগারে বিশুদ্ধ ইথিলীন কিভাবে প্রস্তুত করা হয় ? ইহা যে অসম্পৃক্ত যৌগ তাহা কিভাবে প্রমাণ করিবে ? অ্যাসিটিলিন হইতে ইহাকে পৃথকভাবে সনাক্ত করিতে হইলে কি কি পরীক্ষা করিতে হইবে ?

7. How is pure ethylene prepared in the laboratory ? How would you prove that it is an unsaturated compound ? What test would you perform to distinguish it from acetylene.

[Q. 273 (a) এবং (c) ; Q 275 (a)-এ ধর্মের তুলনা দেখ।]

৮। (a) ফর্ম্যালডিহাইড কিভাবে প্রস্তুত করা হয় ? (b) অ্যাসিট্যালডিহাইড, ফরমিক অ্যাসিড ও অ্যাসিটোনের গঠনমূলক সংকেত লিখ। (c) ফর্ম্যালিন ও বেকেলাইট কি ? ইহাদের ব্যবহার সম্বন্ধে যাহা জান লিখ।

8. (a) How is fromaldehyde prepared ? (b) Write the structural formulae of acetaldehyde, formic acid and acetone. (c) What are Formalin and Bakelite ? Write what you know about their uses.

[(a) Q. 283 (a) ; (b) Q. 288 , (c) Q. 283 (a)]

৯। জ্বালানী কি ? ইহাদের শ্রেণীবিভাগ কিভাবে করা হয় ? কোক হইতে উৎপন্ন দুইটি গ্যাসীয় জ্বালানীর নাম কর এবং ইহাদের উৎপাদন প্রণালী সমীকরণ সাহায্যে বর্ণনা কর।

9. What is a fuel ? How are the fuels classified ? Name two gaseous fuels prepared from coke and describe their preparation with the help of necessary equations.

[Q. 268 (a) ; Q. 268 (c)]

Group D

১০। (a) ধাতুমূলক সনাক্তকরণে সোহাগাগুটী পরীক্ষা (Borax bead test) কিভাবে করিয়াছ বর্ণনা কর। নিম্নলিখিত লবণগুলি লইয়া এই পরীক্ষা করিলে সম্ভাব্য পরীক্ষা কি হইবে বর্ণনা কর :—

(i) কপার সালফেট (ii) ফেরাস সালফেট।

(b) অ্যালুমিনিয়াম সালফেট লবণে ধাতব মূলক অ্যালুমিনিয়ামের উপস্থিতি সিক্ত পরীক্ষা দ্বারা কিরূপে প্রমাণ করিবে ?

10. (a) Describe how you have performed the Borax bead test or the detection of metallic radicals. State the observations when his test is performed with the following salts :—

(i) Copper sulphate, (ii) Ferrous sulphate

(b) How would you detect the presence of aluminium in luminium sulphate by wet tests ?

[(a) Misc. Q. 12, পৃঃ 719 ; (b) Misc Q. 13, পৃষ্ঠা 721]

1971 (Compartmental)

FIRST PAPER

1. Write notes on (a) Deliquescence, (b) Water of ystallisation and (c) Destructive distillation.

[(a) Q 19 (d) ; (b) Q. 19 (a) ; (c) Q. 17 (c)]

2. (a) State the law of conservation of mass. Magnesium bbon on combustion gives a powder which increases in weight, hereas a piece of candle shows a decrease in weight under nilar conditions. Discuss with reasons that the law holds good these cases.

(b) State Avogadro's hypothesis.

[(a) Q. 85 (a) ; Q. 89 (v) এবং (ii) ; (b) Q. 143 (b)]

3. Elucidate with examples the differences between physical d chemical changes. Classify the following changes assigning

reasons to each : (a) Ice melts to water, (b) Clear lime water kept exposed to air in a basin gradually turns turbid, (c) Iron rusts, and (d) Iron is magnetised. [Q. 4]

4. Describe with equations the changes observed when :

(a) Lead nitrate is heated. [Q. 46, উ: (v)]

(b) A burning ribbon of magnesium is thrown into a jar of oxygen. [পৃ: 83]

(c) Hydrogen is passed over heated copper oxide. [পৃ: 98]

(d) Hydrogen sulphide is passed into copper sulphate solution [পৃ: 391]

(e) The lid of a gas jar filled with nitric oxide is removed. [পৃ: 83 ; নাইট্রিক অক্সাইড ও অক্সিজেনের বিক্রিয়া]

5. (a) How much potassium chlorate will be just required to produce 5 grams of oxygen ? [K = 36, Cl = 35·5, O = 16]

[উদাহরণ 2, পৃ: 170]

(b) Calculate the molecular weight of a gas 0·034 gm of which occupies a volume of 30 c. c. of 27°C under a pressure of 760 mm. of mercury.

[327 পৃ:, 16 নং অঙ্ক]

6. What are the constituents of water ? What is the action of water on sodium ? How would you determine the composition of water by weight and thus arrive at its molecular formula ?

[পৃ: 122 ; Q. 69 ; জলে হাইড্রোজেন ও অক্সিজেনের ওজনের অনুপাত $= 1 : 8$। সুতরাং পরম পু-সংখ্যার অনুপাতে $H : O = \frac{1}{1} : \frac{8}{16} = 1 : \frac{1}{2} = 2 : 1$

$\therefore$ জলের স্থূল-সংকেত $= H_2O$। জলীয় বাষ্পের আপেক্ষিক ঘনত্ব $= 9$, সুতরাং আণবিক ওজন $= 18$.

$\therefore$ $(H_2O)x = 18$, বা $(2 + 16)x = 18$ বা $x = 1$

$\therefore$ আণবিক সংকেত $= H_2O$]

7. How is carbon dioxide prepared in the laboratory ? Give a sketch of the apparatus used. Describe its action on clear lime water. How does it react with burning magnesium ?

[Q. 122 (a) ; পৃ: 269]

8. Describe how chlorine is prepared from hydrochloric acid in the laboratory. What happens when chlorine reacts with potassium iodide and hydrogen sulphide respectively? How is bleaching powder prepared?

[Q. 156 (a) ; পৃষ্ঠা 364 : Q. 161 (a)]

9. Describe the Contact process of manufacture of sulphuric acid. What is common alum? Give its molecular formula and use.

[Q. 180 ; Q. 178]

10. (a) You are supplied with two test tubes containing sodium sulphide and sodium sulphite respectively. Describe two experiments for each of these to establish their identity.

[Q. 185 (a)]

(b) To an aqueous solution of a sodium salt, silver nitrate solution is added when a curdy white precipitate is obtained which is inslouble in nitric acid, but readily dissolves in ammonia. Name the acid-radical of the salt. [Addl. Q 5, পৃঃ 380]

SECOND PAPER

1. Write what you know about the following :

(a) Thermal dissociation and Electrolytic dissociation ;

(b) Salt ; (c) Oxidation and reduction.

[(a) Q 210 ; (b) Q. 212 (a) ; (c) Q. 228 (a)]

2. What do you understand by the term 'atomic weight'? The atomic weight of chlorine is 35·5. What is meant by this? Mention an element and then describe fully a method for the determination of the atomic weight of the same.

Is it possible that atoms of an element may have different weights? Give reasons in support of your answer.

[Q. 186 (b) (i) ; Q. 200 ; Q. 225-এর উত্তর দেখ (আইসোটোপ)]

3. What is neutralisation ? Give ionic interpretation of the process. What do you understand by "Indicator" ?

[Q. 214 (a) ; Q. 215 (c)]

An aqueous solution of 0·315 gm of a dibasic acid requires 41·7 ml. of 1·2 N/10 caustic soda solution for complete neutralisation. Determine the molecular weight of the acid.

[30 নং উদাহরণ, পৃঃ 532]

4. Name the chief ore of copper. How is copper extracted from it ? Give equations for the chemical reactions involved. Name two alloys of copper mentioning the components.

[Q. 246 ; Q. 232]

5. (a) Describe briefly the preparation of sodium carbonate by the Solvay process. [Q. 238 (a)]

(b) Describe the reactions of an aqueous solution of caustic soda with the following, giving necessary equations.

(i) aluminium powder, (ii) chlorine.

[(b) (i) পৃষ্ঠা 613, (ii) পৃষ্ঠা 364]

6. (a) What do you understand by rust ? Describe two methods of rust prevention. [Q. 264]

(b) Write, giving equations, what happens when :

(i) a piece of calcium is dropped in water [পৃঃ 103]

(ii) steam is passed over red-hot iron filings [পৃঃ 105]

(iii) Calcium carbonate is strongly heated. [পৃঃ 277]

7. What is fractional distillation ? Explain the application of this process giving an example. Name the products obtained from the principal products.

[Q 17 (a) ; Q. 271]

8. Explain and illustrate the following :

(a) Homologous series [Q. 276 (4)]

(b) Addition compound and substitution compound.

[Q. 276 (3)]

(c) Ester [Q. 294]

9. What is the structural formula of ethyl alcohol? Write the reactions of ethyl alcohol with the following with the help of equations :

(a) Sodium, (b) Phosphorus pentachloride, (c) Sulphuric acid. Mention two uses of this alcohol.

[Q. 278 ; Q. 282]

10. (a) Describe in detail how you have performed the cobalt nitrate test for the detection of metallic radicals. State the observations when this test is performed with the following salts :

(i) aluminium sulphate, (ii) zinc sulphate

[Misc. Q. 12, পৃষ্ঠা 719]

(b) What tests would you perform to identify the basic radical of an iron salt ?

[Misc. Q. 13, পৃষ্ঠা 721]

1972

FIRST PAPER

গ্রুপ (Group) "C"-এর ১০ নং প্রশ্ন অবশ্যই উত্তর করিতে হইবে। "A" এবং "B" গ্রুপ হইতে যে কোন পাঁচটি প্রশ্নের উত্তর লিখিতে হইবে। ইহাদের মধ্যে কোন গ্রুপ হইতে তিনটির বেশী উত্তর চলিবে না।

Group A

১। (ক) জায়মান হাইড্রোজেন, (খ) কলয়ডীয় দ্রবণ, (গ) গ্রাম-অণু, (ঘ) কেলাস-জল, (ঙ) দ্রাব্যতা—ইহাদের সংক্ষিপ্ত বিবরণ দাও।

1. Write short notes on : (a) Nascent, hydrogen, (b) Colloidal solution, (c) Gram molecule, (d) Water of crystallisation and (e) Solubility,

[(a) Q. 52 ; (b) Q. 29 (a) ; (c) Q. 7 (f) ; (d) Q. 19 (a) ; (e) Q. 26 (a)]

২। কোন নির্দিষ্ট পরিমাণ একটি গ্যাসের উষ্ণতা, চাপ এবং আয়তনের মধ্যে সম্পর্ক কি ? যে সকল সূত্র হইতে এই সম্পর্কটি পাওয়া যায় সেইগুলি উল্লেখ কর। ঐ সূত্রগুলি হইতে কি ভাবে সম্পর্কটি নির্ণয় করা যায় ?

প্রমাণ উষ্ণতা এবং চাপে হাইড্রোজেনের ঘনত্ব লিটার প্রতি ০·০৯ গ্রাম। ১৫°C উষ্ণতায় এবং ৭৫০ মিলিমিটার চাপে ইহার ঘনত্ব কত?

2. What is the relation between temperature, pressure and volume of a given mass of a gas? State the laws from which this relation is obtained. How is the relation deduced from those laws? [Q. 139, Q. 141]

The density of hydrogen at N. T. P. is 0·09 gm. per litre. What is the density at 15°C and 750 m.m. pressure? [উদাহরণ 11, পৃষ্ঠ, 302]

৩। ভৌত পরিবর্তন ও রাসায়নিক পরিবর্তনের মধ্যে পার্থক্য কি কি? নিম্নলিখিত পরিবর্তনসমূহ কি প্রকারের তাহা ব্যাখ্যা সহ লিখ:—

(ক) লোহাতে মরিচা পড়া, (খ) কয়লা পোড়ে, (গ) তামা এবং প্লাটিনাম তার বুনসেন দীপে উত্তপ্ত করা (ঘ) চিনি ও চুন জলের সঙ্গে পৃথকভাবে মিশ্রিত করা।

3. What are the differences between physical and chemical changes? Explain what kind of change takes place when (a) iron rusts, (b) coal burns, (c) copper and platinum wires are heated over Bunsen flame, (d) sugar and lime are separately added to water [Q. 3 এবং 4]

৪। অ্যাভোগাড্রো প্রকল্পটি উল্লেখ কর এবং উদাহরণ সহ বুঝাইয়া দাও। যদি একটি পদার্থের বাষ্প ঘনত্ব ২২·০ হয়, তাহা হইলে উহার আণবিক গুরুত্ব ৪৪·০ হইবে প্রকল্পটির সাহায্যে উহা প্রমাণ কর।

প্রমাণ অবস্থায় এক গ্রাম হাইড্রোজেনের আয়তন কত এবং এই অবস্থায় এক লিটার গ্যাসে কতগুলি হাইড্রোজেন অণু আছে?

4. State and explain, with illustration, Avogadro's hypothesis. How would you prove with this hypothesis that if the vapour density of a substance be 22·0, its molecular weight would be 44·0?

What is the volume of a gram of hydrogen at N. T. P. and how many molecules of hydrogen are present in one litre of the gas in this condition? [Q. 143 (b); Addl. Q. 9, পৃ: 321; উদাহরণ 15, পৃ: 325]

৫। (i) "বাতাস মিশ্র পদার্থ, যৌগিক পদার্থ নয়"—এই উক্তিটির সপক্ষে কি কি যুক্তি আছে?

53

(ii) যোজ্যতা কাহাকে বলে ? একাধিক যোজ্যতা আছে এরূপ একটি ধাতু এবং একটি অধাতু উল্লেখ কর ; ইহাদের অক্সাইড এবং ক্লোরাইডের সংকেত লিখ।

(iii) বেরিয়াম ক্লোরাইডের কেলাসে ($BaCl_2, xH_2O$) শতকরা ১৪·৭৩ ভাগ কেলাস জল আছে। উক্ত কেলাসের সম্পূর্ণ সংকেত নির্ণয় কর। (Ba = ১৩৭·৪, Cl = ৩৫·৫)

5. (i) "Air is a mixture and not a chemical compound."—What are the facts to justify this statement ?

(ii) What is valency ? Mention one metal and one non-metal having more than one kind of valency. Give also the formulae of their oxides and chlorides.

(iii) Barium chloride crystals ($BaCl_2, xH_2O$) contain 14·73% water of crystallisation. Find out the complete formula of these crystals (Ba = 137·4, Cl = 35·5)

[(i) Q. 37, (ii) Q. 72, (iii) আয়রন—যোজ্যতা 2 এবং 3। ফসফরাস—যোজ্যতা 3 এবং 5। FeO, Fe_2O_3 ; $FeCl_2$, $FeCl_3$; P_2O_3, P_2O_5 ; PCl_3, PCl_5।

(iii) উদাহরণ 8, পৃঃ 161]

Group B

৬। পরীক্ষাগারে অক্সিজেন কিরূপে প্রস্তুত করিবে ? এখানে ম্যাঙ্গানিজ ডাই-অক্সাইডের কার্য কি ? অক্সাইডের শ্রেণীবিভাগ উদাহরণ সহ বুঝাইয়া দাও।

6. How would you prepare oxygen in the laboratory ? What is the role of manganese dioxide here ? Describe the classification of oxides with examples. [Q. 40 ; Q. 47]

৭। অ্যামোনিয়ার পণ্যোৎপাদন বর্ণনা কর। অ্যামোনিয়া হইতে কিরূপে নাইট্রিক অ্যাসিড উৎপন্ন করা হয় তাহা লিপিবদ্ধ কর।

7. Describe the manufacture of ammonia. Narrate how nitric acid is produced from ammonia. [Q. 94 ; Q. 102]

৮। পরীক্ষাগারে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড হইতে কি ভাবে বিশুদ্ধ ক্লোরিন তৈয়ারি করা হয় তাহা বর্ণনা কর। ক্লোরিনের সঙ্গে নিম্নোক্ত পদার্থগুলির কি বিক্রিয়া হয় সমীকরণ সহ বুঝাইয়া দাও।

(ক) কষ্টিক সোডার দ্রবণ, (খ) সালফার ডাই-অক্সাইড দ্রবণ, (গ) কলিচুন।

8. Describe how pure chlorine is prepared from hydrochloric acid in the laboratory. Explain, with equations, the reaction of chlorine with the following :—

(a) Caustic soda solution, (b) Sulphur dioxide solution, (c) Slaked lime. [Q. 156(a) ; Q. 163]

৯। নিম্নলিখিত বিক্রিয়াগুলি সমীকরণ সহ বর্ণনা কর :—

(ক) ফেরিক ক্লোরাইড দ্রবণে হাইড্রোজেন সালফাইড গ্যাস চালনা করা হইল। (খ) উত্তপ্ত সোডিয়ামের উপর দিয়া অ্যামোনিয়া গ্যাস চালনা করা হইল। (গ) আম্লিক পটাসিয়াম আয়োডাইড দ্রবণে হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড যোগ করা হইল। (ঘ) হাইড্রোজেন সালফাইডের সঙ্গে গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিডের বিক্রিয়া ঘটানো হইল। (ঙ) ক্যালসিয়াম কার্বাইডের সঙ্গে নাইট্রোজেনের বিক্রিয়া ঘটানো হইল।

9. Describe, with equations, the reactions which take place when : (a) hydrogen sulphide is passed into a solution of ferric chloride, (b) ammonia gas is passed over heated sodium, (c) hydrogen peroxide is added to an acidified solution of potassium iodide, (d) hydrogen sulphide reacts with concentrated nitric acid, (e) calcium carbide is made to react with nitrogen.

[(a) পৃঃ 391 ; (b) পৃঃ 224 ; (c) পৃঃ 194 ; (d) পৃঃ 392 ; (e) পৃঃ 78]

Group C

(অবশ্যই উত্তর করিতে হইবে।)

১০। (ক) সোডিয়াম সালফাইটের উপর লঘু সালফিউরিক অ্যাসিডের বিক্রিয়ায় উদ্ভূত গ্যাসটিকে অম্লীকৃত ডাই-ক্রোমেট দ্রবণ-সিক্ত কাগজে চালিত করা হইলে কি ঘটিবে সমীকরণ সহ লিখ।

(খ) নিম্নলিখিত লবণ দুইটির অম্লমূলকের অস্তিত্ব প্রমাণের জন্য কি ভাবে বিশ্লেষণ করিবে ? (গ) সোডিয়াম ক্লোরাইড, (ঘ) সোডিয়াম সালফেট ?

10. (a) Explain what happens when the gas evolved on treatment of sodium sulphite with dilute sulphuric acid is passed over a paper soaked in acidified dichromate solution. Give equations.

(b) How would you analyse the following salts to prove the existence of the acid radicals in each case ?

(a) Sodium chloride, (b) Sodium sulphate.

[(a) পৃঃ 414 ; (b) Q. 153(a) ; Q. 185(a)]

SECOND PAPER

Full Marks—85

গ্রুপ (Group) 'D'-এর ১০ নং প্রশ্নের উত্তর অবশ্যই দিতে হইবে। A, B এবং C গ্রুপ হইতে যে কোন পাঁচটি প্রশ্নের উত্তর লিখিতে হইবে। কিন্তু কোন গ্রুপ হইতে দুইটির বেশী নেওয়া চলিবে না।

Group A

1. (a) প্রশমন-ক্রিয়া বলিতে কি বোঝা যায় ?

(b) এক লিটার 0·50 N মাত্রার সালফিউরিক অ্যাসিড দ্রবণ তৈয়ারি করিতে 58% সালফিউরিক অ্যাসিডের কত পরিমাণ ওজন প্রয়োজন হইবে ?

(c) 1·05 $\frac{N}{10}$ মাত্রার 25 c.c. Na_2CO_3 দ্রবণকে প্রশমিত করিতে 20·1 c.c. সালফিউরিক অ্যাসিডের দ্রবণের প্রয়োজন হয়। ঠিক $\frac{N}{10}$ মাত্রার এক লিটার সালফিউরিক অ্যাসিডের দ্রবণ প্রস্তুত করিতে হইলে কত আয়তন উপরোক্ত অ্যাসিডের সহিত কত আয়তন জল মিশাইতে হইবে ? এই টাইট্রেশনে (titration) তুমি কি নির্দেশক (indicator) ব্যবহার করিবে ?

1. (a) What is meant by the term neutralisation ? (b) What weight of sulphuric acid solution containing 58% of sulphuric acid is required to make 1 litre of 0·50 N solution ?

(c) 25 c.c. of a 1·05 $\frac{N}{10}$ Na_2CO_3 solution require 20·1 c.c. of a solution of sulphuric acid for neutralisation. What volume of this acid solution is to be diluted so as to prepare 1 litre of exactly $\frac{N}{10}$ sulphuric acid solution ? What indicator would you use for this titration ? [(a) Q. 214(a) ; (b) ও (c) ; 36 নং অঙ্ক, পৃঃ 543] ।

2. (a) পারমাণবিক গুরুত্ব ও তুল্যাংকভারের সংজ্ঞা দাও এবং ইহাদের মধ্যে একটি সম্বন্ধ নির্ণয় কর।

(b) অ্যালুমিনিয়াম সালফেট ও ক্যালসিয়াম কার্বনেটের তুল্যাংকভার কত হইবে বাহির কর। (Al=27, S=32, Ca=40)

(c) একটি কঠিন ধাতব মৌলের অক্সাইডে 65·2% ধাতু আছে। ইহার পারমাণবিক গুরুত্ব 45 হইলে যোজ্যতা কত হইবে? ইহার অক্সাইডের সংকেত কি?

2. (a) Define atomic weight and equivalent weight and deduce a relationship between them.

(b) Calculate the equivalent weights of aluminium sulphate and calcium carbonate. (Al=27, S=32, Ca=40)

(c) The oxide of a solid metallic element contains 65·2% of the element Its atomic weight is 45. What is the valency of the element ? What is the formula of its oxide ?

[(a) Q. 186 (a) (i) ; Q. 187 (a) (i) ; Q. 188 ; (b) উদাহরণ 1 ; পৃঃ 433 ; (c) উদাহরণ 8, পৃঃ 457]

3. (a) নিম্নলিখিত বিষয়গুলি সম্পর্কে সংক্ষিপ্ত টীকা লিখ :—

(i) তড়িৎ রাসায়নিক তুল্যাংক (ii) তেজস্ক্রিয়তা (iii) ফ্যারাডে ;

(b) নিম্নলিখিত আইসোটোপ দুইটির পরমাণুর গঠন কিরূপ হইবে?

(i) ক্লোরিন (আইসোটোপ ভরসংখ্যা : 37, পরমাণু-ক্রমাংক : 17)

(ii) কার্বন (আইসোটোপ ভরসংখ্যা : 14 পরমাণু ক্রমাংক : 6)

3. (a) Write brief notes on :—

(i) Electrochemical Equivalent (ii) Radio activity (iii) Faraday.

(b) What are the structures of atoms of the following isotopes ?

(i) Chlorine (isotopic weight : 37, atomic number : 17)

(ii) Carbon (isotopic weight : 14, atomic number : 6)

(a) (i) Q. 208 (iii) ; (a) (ii) Q. 220 ; (a) (iii) Q. 208 (ii) ; (b) (i) Q. 226(d)]

Group B

4. সংকেত সহ দস্তার প্রধান আকরিকের নাম লিখ। সালফাইড আকরিক হইতে দস্তার নিষ্কাশন-পদ্ধতি সমীকরণ সহ বর্ণনা কর। দস্তার দুইটি প্রধান ব্যবহারের উল্লেখ কর।

(a) কপার সালফেট দ্রবণের মধ্যে দস্তাচূর্ণ যোগ করিলে এবং (b) দস্তাচূর্ণকে কষ্টিক সোডা দ্রবণে ফুটাইলে কি হইবে বর্ণনা কর।

4. Name the important ores of zinc with formula. State giving equations how the metal is extracted from its sulphide ore. Mention two important uses of zinc.

State what happens when (a) zinc dust is added to a solution of copper sulphate, (b) zinc dust is boiled with a solution of caustic soda. [Q. 248 ; Q. 250]

5. নিম্নলিখিত পদার্থগুলির প্রস্তুত প্রণালী ও ব্যবহার বর্ণন কর :—

(a) সাধারণ ফিটকিরি, (b) ব্লিচিং পাউডার, (c) সোডিয়াম কার্বনেট, (d) রেড লেড।

5. Describe the preparation and uses of the following :—

(a) Common alum, (b) Bleaching powder, (c) Sodium carbonate, (d) Red lead.

[(a) Q. 178 ; (b) Q. 161 (a) (i) ; (c) Q. 238 (a) : (d) Q. 257]

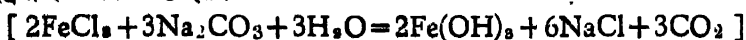
6. নিম্নলিখিত প্রক্রিয়াগুলিতে কি রকম রাসায়নিক এবং বাহ্যিক পরিবর্তন হয় সমীকরণ সহ উল্লেখ কর :—

(a) একটি নীল ভিট্রিয়ল (তুঁতে) স্ফটিক লইয়া প্রথমে ধীরে ধীরে এবং পরে বেশী তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করা হইল। (b) কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্যাস চুনের জলের মধ্যে আস্তে আস্তে চালনা করা হইল। (c) অ্যামোনিয়া দ্রবণ আস্তে আস্তে কপার সালফেট দ্রবণে যোগ করা হইল। (d) সোডিয়াম কার্বনেট দ্রবণ ফেরিক ক্লোরাইড দ্রবণে যোগ করা হইল।

6. State giving equations and mentioning the visible changes, if any, what happens when :

(a) a crystal of blue vitriol is heated first slowly and then strongly, (b) carbon dioxide gas is slowly led into lime water, (c) ammonia solution is added gradually to a solution of copper sulphate, (d) sodium carbonate solution is added to a solutionof ferric chloride.

[(a) পৃঃ 631 ; (b) পৃঃ 269, (c) পৃঃ 232 ; (d) বাদামী বর্ণের ফেরিক হাইড্রক্সাইড অধঃক্ষিপ্ত হয়।

[$2FeCl_3+3Na_2CO_3+3H_2O=2Fe(OH)_3+6NaCl+3CO_2$]

Group C

7. (a) পরীক্ষাগারে বিশুদ্ধ অ্যাসিটিলীন গ্যাস কি ভাবে প্রস্তুত করা হয়?

(b) নিম্নলিখিত দ্রব্যগুলির সহিত ইহার বিক্রিয়া কিরূপ হইবে?

(i) $HgSO_4$-এর উপস্থিতিতে লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড, (ii) ওজোন, (iii) অ্যামোনিয়া যুক্ত কিউপ্রাস ক্লোরাইড দ্রবণ।

(c) এই গ্যাসে কার্বনের অস্তিত্ব কিভাবে প্রমাণ করিবে?

7. (a) How is pure acetylene gas prepared in the laboratory?

(b) How does it react with (i) dilute sulphuric acid in the presence of $HgSO_4$, (ii) ozone, (iii) ammoniacal solution of cuprous chloride?

(c) How would you prove that the gas contains carbon?

[(a) Q. 274]

8. কোল গ্যাসের প্রস্তুত-প্রণালী বর্ণনা কর। এই গ্যাসের প্রধান প্রধান উপাদানগুলির নাম বল। কোল গ্যাসের প্রস্তুতির সময় অপর কি কি প্রধান উপজাত দ্রব্য (by-product) পাওয়া যায়? উহাদের ব্যবহার উল্লেখ কর।

8. Describe the process for the manufacture of coal gas. Name the principal constituents of this gas. What are the other important by-products obtained in this manufacture? State their uses. [Q. 29]

9. (a) কিভাবে প্রমাণ করিবে যে, (i) ইথাইল অ্যালকোহলের অণুতে হাইড্রক্সিল মূলক আছে, (ii) মিথেন একটি সংপৃক্ত হাইড্রোকার্বন এবং ইথিলীন একটি অসংপৃক্ত হাইড্রোকার্বন?

(b) অ্যাসেটিক অ্যাসিড, গ্লিসেরল ও বেনজিন-এর গঠনমূলক সংকেত লিখ।

9. (a) How would you prove that (i) ethyl alcohol contains a hydroxyl group? (ii) methane is a saturated hydrocarbon and ethylene is an unsaturated one.

(b) Write the structural formulae of acetic acid, glycerol and benzene.

[(a) (i) Q. 281(b); (ii) Q. 272(c); Q 274(c); (b) পৃ: 677; পৃ: 663; পৃ: 697]

Group D

10. (a) আম্লিক ও ক্ষারীয় দ্রবণে মিথাইল অরেঞ্জ ও ফিনলথ্যালিন-এর বর্ণ কি হয় লিখ।

(b) ধাতুমূলক সনাক্তকরণে বিজারণ শিখায় চারকোল পরীক্ষা কিভাবে করিয়াছ তাহা বর্ণনা কর। নিম্নলিখিত লবণগুলি লইয়া এই পরীক্ষা করিলে সম্ভাব্য নিরীক্ষা কি হইবে? (i) লেড নাইট্রেট, (ii) কপার সালফেট।

(c) একটি লবণের জলীয় দ্রবণে ঘন হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড যোগ করিলে সাদা ভারী অধঃক্ষেপ পাওয়া যায়। অধঃক্ষেপটি গরম জলে দ্রবীভূত হইয়া যায়। লবণে ধাতব মূলকটি কি হইতে পারে? ইহাকে সনাক্ত করিবার জন্য উক্ত অধঃক্ষেপ লইয়া আর কি কি নিশ্চিত পরীক্ষা করিবে?

10. (a) State what are the colours of methyl orange and phenolphthalein in acid and alkaline solutions.

(b) Describe how you have performed the charcoal test in the reducing flame for the detection of metallic radicals.

State the observations when this test is performed with (i) lead nitrate, (ii) copper sulphate.

(c) The aqueous solution of a salt on treatment with concentrated hydrochloric acid gives a heavy white precipitate which is soluble in hot water. What is the basic radical in the salt? What tests would you perform with the precipitate for its further confirmation?

[(a) পৃ: 503 ; (b) Misc Q. 12, পৃ: 719 ; (c) Misc. Q. 14 (ii), পৃ: 724]

1972 (Compartmental)

FIRST PAPER

1. Write short notes on :
   (*a*) oxidation and reduction [Q. 82]
   (*b*) elements and compounds [Q. 5]
   (*c*) density and vapour density [Q. 141 (a) ; পৃ: 310]

2. Write down the law of multiple proportions. Explain it's significance with an example. [Q. 90(a)]

Two hydrocarbons derived from carbon and hydrogen contain 75% and 80% carbon respectively. Prove that it accords to the law of multiple proportions. [উদাহরণ 4, পৃষ্ঠা 215]

3. State the law of conservation of mass. Adduce reason to show that it follows directly from Dalton's atomic theory.

[Q. 86(a) ; Q. 91(a)]

Candle burns with loss in weight while magnesium on burning gives a residue with increased weight. Show that these observations do not contradict the law of conservation of mass. [Q. 89]

4. What do you mean by the solubility of a substance? What are solubility curves and super-saturated solutions? How would you find out whether an aqueous solution of a solid solute is unsaturated, saturated or super saturated?

[Q. 23 ; Q. 25 ; Q. 11 ; Q. 12(b)]

5. (a) The volume of 0·1 gm. of a gas at 27°C and 750 mm. pressure is 77·94 c.c. What is its molecular weight?

[N. T. P.-তে আয়তন V হইলে

$$\frac{760 \times V}{273} = \frac{750 \times 77 \cdot 94}{273 + 27} \text{ বা } V = \frac{273 \times 750 \times 77 \cdot 94}{760 \times 300} = 70 \text{ c.c.}$$

70 c.c. আয়তন গ্যাসের ওজন = 0·1 গ্রাম

∴ 22400 c.c. আয়তন গ্যাসের ওজন $= \frac{0 \cdot 1 \times 22400}{70} = 32$ গ্রাম।

∴ আণবিক গুরুত্ব = 32]

(b) One gram of blue vitriol ($CuSO_4 , nH_2O$) on heating gives 0·64 gm. of the anhydrous salt. Find out the complete formula of blue vitrol. (Cu = 63·5 ; S = 32) [উদাহরণ 2, পৃষ্ঠা 47]

6. What are hard water and soft water? What is the hardness of water due to? Describe an efficient method of removal of permanent hardness. [Q. 59, 60]

7. Describe, with a neat sketch of the apparatus the preparation of carbon monoxide in the laboratory. Compare the properties of carbon monoxide with those of carbon dioxide.

[Q. 130, 133]

8. Describe briefly the electrothermal process of the manufacture of phosphorus. How is red phosphorus prepared from it? Add a note on superphosphate of lime. [Q. 110 ; Q. 116(i)]

9. How is dry ammonia prepared in the laboratory? How and under what conditions does ammonia react with (*a*) chlorine and (*b*) carbon dioxide?

How would you prove that ammonia is a compound of nitrogen and hydrogen? [Q. 92 ; Q. 93(v)]

10. (a) You are given a white powder which is either a sulphate or a carbonate? How would you ascertain what it is?

(b) How would you analyse the following two salts to prove the existence of the acid radicals in each.

Sodium sulphide and sodium nitrate.

[Q. 135 (b). Q. 185(a) ; (b) Q 185(a), Q. 103(c)]

SECOND PAPER

1. State Faraday's laws of Electrolysis. What do you understand by the term—Electrochemical equivalent of silver is 0·001118 gm.? Establish a relation between electrochemical equivalent and chemical equivalent. [Q. 206, Q. 208(b)]

A current of 1·50 amperes is passed through a solution of silver nitrate for 1 hour. Calculate the weight of silver deposited on the cathode.

[তড়িৎ-প্রবাহ = 1·50 অ্যাম্পিয়ার ; সময় = (1 × 60 × 60) সেকেণ্ড

∴ মোট তড়িতের পরিমাণ = (1·50 × 60 × 60) কুলম্ব।

96500 কুলম্ব নির্গত করে 108 গ্রাম সিলভার

∴ (1·50 × 60 × 60) কুলম্ব নির্গত করে $\frac{108 \times 1{\cdot}50 \times 60 \times 60}{96500}$ গ্রাম

বা 6·043 গ্রাম সিলভার।]

2. Write short notes on the following :
   (a) Isomorphous compounds. [Q. 199(a)]
   (b) Equivalent weight. [Q. 187(a)]
   (c) Acid salt and basic salt. [Q. 212]

3. (a) State briefly what you know about 'Electrovalency' and 'Covalency'. Explain giving example what is meant by 'Ion'. [Q. 222 ; Q. 202 (c)]

(b) Write down the structural formulae of the following compounds, so that bonds between different atoms may be clear, and also state the nature of bonds (covalent or electrovalent)

(i) CO_2, (ii) NaCl, (iii) H_2O. [Q. 223]

4. How is aluminium extracted from bauxite ? Mention two uses of the metal.

State what happens when (a) aluminium powder is boiled with a solution of caustic soda, (b) aluminium powder is added to a solution of copper sulphate. [Q 252, 253]

5. State giving equations, what happens when : (a) conc. sodium carbonate solution is heated with excess of lime (পৃ: 595) ; (b) lead nitrate is heated to a high temperature (পৃ: 92) ; (c) a crystal of ferrous sulphate is strongly heated (পৃ: 634) ; (d) magnesium metal is heated in a current of nitrogen. (পৃ: 78)

6. Describe the preparation and uses of the following :
(a) Copper sulphate (b) Plaster of Paris, (c) Lime, (d) Glass. [Q 265 : 267(b)]

7. (a) Describe the preparation of pure ethyl alcohol from glucose. (b) How does this alcohol react with (i) sodium metal, (ii) conc. sulphuric acid. (c) How would you convert it to ethylene ? [Q. 281 ; পৃষ্ঠা 669]

8. Write short notes on :
   (a) Homologous series [Q. 276 (4)]
   (b) Water gas [Q. 286 (c)]
   (c) Fractional distillation of coal tar. [Q. 300]

9. State, giving equations, what happens when :

(a) fused sodium acetate is heated with solid caustic soda and the resulting gas is heated with chlorine. [পৃ: 648, 649]

(b) a piece of calcium carbide is dropped into water and the resulting gas is led into a solution of ammoniacal cuprous chloride. [পৃ: 654, 656]

(c) A mixture of ethyl acetate and caustic soda solution is gently heated. [Q. 685]

10. (a) Describe how you have performed the flame test for the identification of metallic radicals. State the observations when this test is performed with the following salts :—

(i) Calcium chloride (ii) Copper sulphate.

(b) A black precipitate is obtained by passing hydrogen sulphide gas through an aqueous solution of a salt acidified with this dilute hydrochloric acid. What tests would you perform with this precipitate for the identification of the basic radical of the salt ?

[(a) Misc. Q. 12, পৃ: 719 ; (b) Misc. Q. 13, পৃ: 721]

1973

First Paper

গ্রুপ (Group) "C" এর ১০নং প্রশ্ন অবশ্যই উত্তর করিতে হইবে। "A" এবং "B" গ্রুপ হইতে যে কোন পাঁচটি প্রশ্নের উত্তর লিখিতে হইবে। ইহাদের মধ্যে কোনও গ্রুপ হইতে তিনটির বেশী লওয়া চলিবে না।

Group A

১। নিম্নলিখিত পদ্ধতিগুলির সংজ্ঞা ও বর্ণনা লিখ—(ক) ঊর্ধ্বপাতন, (খ) কেলাসন (গ) আংশিক পাতন। উপযুক্ত উদাহরণ সহ একটি করিয়া প্রয়োগ উল্লেখ কর।

1. Define and describe the following processes :—

(a) Sublimation, (b) Cristallisation, (c) Fractional distillation. Mention one application of each of them with a suitable example.

Ans. [(a) Q. 14 (c) ; (b) Q. 10 ; (c) Q. 17 (a)]

২। মিশ্র পদার্থ ও যৌগিক পদার্থের পার্থক্য দেখাও। সাধারণ লবণ, নিশাদল (NH_4Cl), বায়ু ও লৌহচূর্ণ এই চারিটি পদার্থের মিশ্রণ হইতে উহাদিগকে কিরূপে পৃথক করিবে? দ্রবণকে যৌগিক পদার্থ বলিয়া কেন গণ্য করা হয় না?

2. Distinguish between a mechanical mixture and a chemical compound. How will you separate the constituents of a mixture of common salt, sal-ammoniac (NH_4Cl), sand and iron filings? Why is not a solution regarded as a chemical compound?

Ans. [Q. 6 ; Q. 32 এবং 66 পৃষ্ঠার সংকেত দেখ ; Q. 12 (a)]

৩। গুণানুপাত সূত্রটি বিবৃত কর এবং একটি উদাহরণের সাহায্যে উহা বুঝাইয়া দাও।

M-ধাতুর দুইটি অক্সাইডের প্রত্যেকটির এক গ্রাম করিয়া লইয়া নিত্য ওজন পাওয়া পর্যন্ত হাইড্রোজেন গ্যাসের প্রবাহে উত্তপ্ত করিলে যথাক্রমে 0.12585 গ্রাম ও 0.2264 গ্রাম জল পাওয়া যায়। দেখাও যে, তথ্যগুলি গুণানুপাত সূত্রসম্মত।

3. State the law of multiple proportions. Explain it with an example.

Two oxides of a metal M, when heated to constant weight in a current of hydrogen gave 0.12585 g. and 0.2264 g. of water respectively per gram of the oxides used. Show that the data are in agreement with the law of multiple proportions.

Ans. [Q. 90 (b)। 218 পৃষ্ঠায় 10 নং উদাহরণ দেখ। ঐ অঙ্ক দেখ ;

প্রথম অক্সাইডে, অক্সিজেন = 0.1119 গ্রাম এবং M ধাতু = 0.8881 গ্রাম

দ্বিতীয় অক্সাইডে, অক্সিজেন = 0.2013 গ্রাম এবং M ধাতু = 0.7987 গ্রাম।

প্রথম অক্সাইডে, 0·1119 গ্রাম অক্সিজেন যুক্ত আছে 0·8881 গ্রাম M ধাতুর সহিত,

$\therefore$ 1 গ্রাম " " " $\frac{0.8881}{0.1119}$ বা 7·93 গ্রাম M ধাতুর সহিত,

দ্বিতীয় অক্সাইডে, 0·2013 গ্রাম অক্সিজেন যুক্ত আছে 0·7987 গ্রাম ধাতুর সহিত,

$\therefore$ 1 গ্রাম " " " $\frac{0.7987}{0.2013}$ বা 3·96 "

$\therefore$ নির্দিষ্ট ওজনের (1 গ্রাম) অক্সিজেনের সহিত যুক্ত ধাতুর ওজন দুটির অনুপাত $= 7.93 : 3.96 = 2 : 1$]

৪। আণবিক সংকেত ও স্থূল সংকেত বলিতে কি বুঝ? উহাদের মধ্যে সম্পর্ক কি?

একটি যৌগে 40 ভাগ কার্বন, 6·66 ভাগ হাইড্রোজেন এবং অবশিষ্ট অক্সিজেন আছে। (ক) যৌগটির স্থূল সংকেত কি? (খ) যৌগটিকে গ্যাসে পরিণত করিলে দেখা যায়, সম উষ্ণতা ও চাপে উহার ঘনত্ব অক্সিজেনের ঘনত্ব অপেক্ষা 2·813 গুণ বেশী। যৌগটির আণবিক সংকেত কি? (C=12, H=1, O=16)

4. What do you mean by molecular formula and empirical formula ? What is the relation between them ?

A compound contains 40% carbon, 6·66% hydrogen and the rest oxygen. (a) What is the empirical formula of the compound ? (b) When converted to a gas it has a density of 2·813 times that of oxygen at the same temperature and pressure. What is the molecular formula of the compound ?

(C=12, H=1, O=16)

Ans. [Q. 76 ; 167 পৃষ্ঠায় 16নং অঙ্ক দেখ। স্থূল সংকেত $= CH_2O$

গ্যাসের বাষ্প-ঘনত্ব = গ্যাসের ঘনত্ব (O=1) × অক্সিজেনের ঘনত্ব (H=1)

$\therefore$ বাষ্প-ঘনত্ব $= 2.813 \times 16 = 45$; $\therefore$ আণবিক গুরুত্ব $= 2 \times 45 = 90$

মনে কর, স্থূল সংকেত $(CH_2O)n$ যেখানে n একটি পূর্ণ সংখ্যা।

$\therefore$ $(12+2+16)\,n = 90$ বা $30n = 90$ $\therefore$ $n = 3$

$\therefore$ আণবিক সংকেত $= (CH_2O)_3 = C_3H_6O_3$

৫। দ্রবণ ও দ্রাব্যতার সংজ্ঞা লিখ। উষ্ণতা বাড়াইলে নাইটার, সাধারণ লবণ ও সোডিয়াম সালফেটের দ্রাব্যতার কিরূপ পরিবর্তন ঘটে? নাইটার ও সাধারণ লবণের একটি উষ্ণ মিশ্র দ্রবণকে ঠাণ্ডা করিলে কোন্ উপাদানটি প্রথমে কেলাসিত হইবে?

40°C উষ্ণতায় 75 c.c. একটি সম্পৃক্ত দ্রবণে 15 গ্রাম পদার্থ আছে। দ্রবণটির আপেক্ষিক গুরুত্ব 1·2। ঐ উষ্ণতায় পদার্থটির দ্রাব্যতা কত?

5. Define solution and solubility. How do the solubilities of nitre, common salt and sodium sulphate change with increase of temperature? Which of the constituents from a mixed hot solution of nitre and common salt would crystallise first when the solution is cooled?

At 40°C, 75 c.c. of a saturated solution contains 15 gms. of a substance. The specific gravity of the solution is 1·2. What is the solubility of the substance at that temperature?

Ans. [Q. 11 (a); Q. 23 (a); উষ্ণতা বাড়াইলে নাইটারের দ্রাব্যতা খুব তাড়াতাড়ি বাড়ে; সাধারণ লবণের দ্রাব্যতা উষ্ণতা বৃদ্ধির সঙ্গে খুব অল্প বাড়ে। সোডিয়াম সালফেটের দ্রাব্যতা উষ্ণতা বৃদ্ধির সহিত প্রথম দিকে বাড়ে কিন্তু পরে কমিয়া যায়।

মিশ্র দ্রবণ শীতল করিলে নাইটার প্রথমে কেলাসিত হইবে।

75 c.c. সম্পৃক্ত দ্রবণের ওজন $= 75 \times 1{\cdot}2 = 90$ গ্রাম। সুতরাং দ্রাবকের ওজন $= 90 - 15 = 75$ গ্রাম।

40°C এ 75 গ্রাম দ্রাবক সংপৃক্ত হয় 15 গ্রাম দ্রাব দ্বারা,

∴ 40°C-এ 100 গ্রাম দ্রাবক সংপৃক্ত হয় $\frac{15 \times 100}{75}$ বা 20 গ্রাম দ্রাব দ্বারা।

∴ ঐ উষ্ণতায় পদার্থের দ্রাব্যতা $= 20$।]

Group B

৬। (ক) অ্যামোনিয়াম লবণ এবং (খ) বায়ু হইতে নাইট্রোজেন প্রস্তুতির একটি করিয়া পদ্ধতি বর্ণনা কর। এই দুই ভাবে প্রস্তুত নাইট্রোজেনের মধ্যে কোন্‌টি অপেক্ষাকৃত ভারী এবং কেন? উত্তপ্ত ম্যাগনেসিয়ামের সঙ্গে নাইট্রোজেনের কি বিক্রিয়া ঘটে এবং উৎপন্ন দ্রব্যটি জলে ফুটাইলে কি গ্যাস পাওয়া যায় সমীকরণের সাহায্যে ব্যাখ্যা কর।

6. Describe one method each for the preparation of nitrogen from (a) ammonium salt, (b) air. Which of these differently prepared nitrogen is heavier and why? How does nitrogen react with hot magnesium and what gas is obtained by boiling the product with water? Explain with equations.

Ans. [Q. 38 (a), 39 (a) এবং (b) ; পৃঃ 77—78]

৭। ল্যাবরেটরীতে হাইড্রোজেন সালফাইড কিরূপে প্রস্তুত করা হয়? ব্যবহৃত উপকরণ বা যন্ত্রসজ্জার একটি চিত্র অঙ্কন কর।

(ক) অম্লীকৃত পটাসিয়াম পারম্যাঙ্গানেট দ্রবণ (খ) কপার সালফেটের দ্রবণ এবং (গ) ব্রোমিনের জলীয় দ্রবণের সঙ্গে উহা কিরূপ বিক্রিয়া করে?

7. How is hydrogen sulphide prepared in the laboratory? Give a sketch of the apparatus used. How does it react with (a) acidified potassium permanganate solution, (b) copper sulphate solution, (c) bromine-water? Ans. [Q. 171 এবং 182]

৮। একটি পরীক্ষা বর্ণন করিয়া দেখাও যে, কার্বন ডাই-অক্স'ইডে উহার সমায়তন অক্সিজেন আছে। কার্বন ডাই-অক্স'ইডের বাষ্প-ঘনত্ব 22 ধরিয়া উহার আণবিক সংকেত নির্ণয় কর।

8. Describe an experiment by which it can be shown that carbon dioxide contains its own volume of oxygen Taking 22 as vapour density of carbon dioxide, determine its molecular formula. Ans. [Q. 124 , Q. 147 (b).]

৯। কি ঘটে—সমীকরণ সহ বর্ণনা কর, যখন :—

(ক) কার্বন ডাই-অক্স'ইড গ্যাস অনেকক্ষণ ধরিয়া চুনজলের মধ্যে প্রবাহিত করা হইল। (খ) অ্যামোনিয়া গ্যাস উত্তপ্ত কপার অক্স'ইডের উপর পরিচালিত করা হইল। (গ) অম্লীকৃত পটাসিয়াম আয়োডাইড দ্রবণে হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড যোগ করা হইল। (ঘ) সালফার ডাই-অক্সাইড গ্যাস আয়োডিন দ্রবণে প্রবাহিত করা হইল। (ঙ) গাঢ় কষ্টিক সোডা দ্রবণের সহিত শ্বেত ফসফরাস মিশাইয়া উত্তপ্ত করা হইল।

9. State, with equations, what happens when :—

(a) carbon dioxide gas is passed into lime-water for a long time. [Q. 138 (ii)] (b) ammonia gas is passed over hot copper oxide. [পৃ: 224] (c) hydrogen peroxide is added to an acidified solution of potassium iodide [Q. 81] (ii) (d) sulphur dioxide gas is passed into iodine solution. [Q. 183 (vii)] (e) white phosphorus is heated with conc. caustic soda solution. [Q. 117(a)]

Group C

১০। পরীক্ষাগারে একটি লবণের শুষ্ক নমুনা লইয়া তামার কুচি ও গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড-যোগে উত্তপ্ত করিলে বাদামী রঙের একটি গ্যাস নির্গত হয়। ঐ গ্যাসটি কি হইতে পারে? গ্যাসটি কোন্ বিক্রিয়ার ফলে নির্গত হয়? লবণের অম্ল মূলকটিকে নিশ্চিতভাবে সনাক্ত করিবার জন্য একটি সিক্ত পরীক্ষা বর্ণনা কর। বিক্রিয়াগুলি সমীকরণ সহ আলোচনা কর।

10 A dry sample of a salt is heated with copper turnings and conc. H_2SO_4 in a test tube when a brown gas is evolved. What may be the gas? What may be the reaction leading to its evolution? Describe a wet test which will confirm the

presence of the acid radical of the salt. Discuss the reactions with equations. Ans. [Q. 103 (c) ; Addl Q. 9, পৃঃ 248]

1973

SECOND PAPER

গ্রুপ (Group) 'D'-এর ১০ নং প্রশ্নের উত্তর অবশ্যই দিতে হইবে। A, B এবং C গ্রুপ হইতে যে-কোন **পাঁচটি** প্রশ্নের উত্তর লিখিতে হইবে, কিন্তু কোন গ্রুপ হইতে **দুইটির বেশী** নেওয়া চলিবে না।

Group A

1. (a) অ্যাভোগাড্রো প্রকল্প কি ? মৌলের পারমাণবিক গুরুত্ব নির্ণয়ে এই সূত্রের প্রয়োগ একটি উপযুক্ত দৃষ্টান্ত দ্বারা বুঝাইয়া লিখ।

(b) 0·04 gm. ওজনের এক ফোঁটা জলের মধ্যে অণুর সংখ্যা কত ?

(c) 0·25 গ্র্যাম-অ্যাটম (gram-atom) ক্লোরিন গ্যাসের আয়তন N. T. P.-তে কত হইবে ?

1. (a) What is Avogadro's Hypothesis ? Explain the application of this law, giving a suitable example, in the determination of the atomic weight of an element.

(b) Calculate the number of molecules in a drop of water weighing 0·04 gm.

(c) What is the volume at N. T. P. of 0·25 gram-atom of chlorine gas ? Ans. [(a) Q. 143 (b) ; Q. 148]

(b) 319 পৃষ্ঠার 4 (i) উদাহরণ দেখ।

0·04 গ্রাম জলে অণুর সংখ্যা $= \frac{6 \cdot 203 \times 10^{23} \times 0 \cdot 04}{18} = 1 \cdot 338 \times 10^{21}$

(c) N. T. P.-তে 1 গ্রাম-অণু ক্লোরিন গ্যাসের আয়তন = 22·4 লিটার

∴ N. T. P.-তে 1 গ্রাম-অ্যাটম ক্লোরিন গ্যাসের আয়তন = 11·2 লিটার।
(ক্লোরিন অণু দ্বিপরমাণুক)

∴ N. T. P. 0·25 গ্রাম-অ্যাটম ক্লোরিন গ্যাসের আয়তন = 11·2 × 0·25
= 2·8 লিটার

2. (a) ফ্যারাডের তড়িৎ-বিশ্লেষণ সম্পর্কিত সূত্রগুলি বিবৃত কর। ইহার সাহায্যে মৌলিক পদার্থের তুল্যাঙ্ক-ভার কি ভাবে নির্ণয় করা যাইতে পারে উদাহরণ সহ বুঝাইয়া দাও।

(b) 1·50 অ্যামপিয়ার তড়িৎ-প্রবাহ 4 লিটার পরিমাণ 1·2 মোলার (molar) কপার সালফেট দ্রবণের মধ্যে দুই ঘণ্টা চালনা করা হইল। তড়িৎ-দ্বারে উৎপন্ন পদার্থগুলির ওজন কত হইবে ? উৎপন্ন অ্যাসিড দ্রবণটির তুল্যাঙ্ক মাত্রা (normality) কি হইবে ? [1 F = 96,500 কুলম্ব ; Cu = 63·6]

2. (a) State Faraday's laws of electrolysis. Explain with example how the equivalent weight of an element can be determined by the application of the law.

(b) A current of 1·50 amperes is passed through 4·0 litres of 1·2 molar copper sulphate solution for two hours. Calculate the weight of products discharged at electrodes and the strength of the acid produced in terms of normality. (1F = 96,500 Coulombs ; Cu = 63·6)

Ans. [Q. 206, 209 । তড়িৎ-প্রবাহ = 1·5 অ্যামপিয়ার ; সময় = $2 \times 60 \times 60$ সেকেণ্ড।

∴ তড়িতের পরিমাণ = $1.5 \times 2 \times 60 \times 60 = 10800$ কুলম্ব।

কপারের তুল্যাংকভার = $63.6 \div 2 = 31.8$, কারণ Cu-এর যোজ্যতা 2।

96500 কুলম্ব নির্গত করে 31·8 গ্রাম কপার,

∴ 10800 কুলম্ব নির্গত করে $\frac{31.8 \times 10800}{96500}$ বা 3·558 গ্রাম কপার।

96500 কুলম্ব নির্গত করে 8 গ্রাম অক্সিজেন

∴ 10800 কুলম্ব নির্গত করে $\frac{8 \times 10800}{96500}$ বা 0·895 গ্রাম অক্সিজেন।

96500 কুলম্ব চালনা করিলে দ্রবণে উৎপন্ন হয় 1 গ্রাম তুল্যাংক H^+ আয়ন।

∴ 10800 কুলম্ব চালনা করিলে দ্রবণে উৎপন্ন হয় $\frac{1 \times 10800}{96500}$ বা 0·112 গ্রাম তুল্যাংক H^+ আয়ন।

1 লিটার দ্রবণে 1 গ্রাম তুল্যাংক H^+ আয়ন থাকিলে দ্রবণের নর্মালিটি হয় 1 N

∴ 4 লিটার দ্রবণে 0·112 গ্রাম-তুল্যাংক H^+ আয়ন থাকিলে দ্রবণের নর্মালিটি

$$= \frac{1 \times 0.112}{4} N = 0.028 \text{ N.}$$]

3. নিম্নলিখিত বিষয়গুলি সম্বন্ধে সংক্ষিপ্ত টীকা লিখ :—

(a) সমাকৃতিসম্পন্ন যৌগ, (b) অম্ল ও লবণ, (c) তড়িৎ-যোজ্যতা ও সমযোজ্যতা।

3. Write short notes on the following :—

(a) Isomorphous compounds, (b) Acid and salt,

(c) Electrovalency and Covalency.

Ans. [(a) Q. 199 ; (b) Q. 211 (a), Q. 212 (c) Q. 222]

Group B

4. প্রকৃতিতে সোডিয়াম ধাতু কিভাবে পাওয়া যায় ? ইহার প্রস্তুত-প্রণালী বর্ণনা কর। ইহার যোজ্যতা কত এবং কেন ? ইহা যে একটি ধাতু তাহা কি রাসায়নিক পরীক্ষা দ্বারা প্রমাণ করবে ? অ্যামোনিয়া গ্যাস এবং হাইড্রোজেনের সহিত ইহা কি ভাবে বিক্রিয়া করে সমীকরণ সহ বুঝাইয়া দাও।

4. How does sodium occur in nature ? Describe how the metal is extracted. What is its valency and why ? By what chemical test would you prove that it is a metal ? Explain, giving equations, how it reacts with ammonia gas and hydrogen.

Ans. [Q. 235 ; পৃ: 577 ; 589 ; যোজ্যতা—পৃ: 557]

5. নিম্নলিখিত প্রক্রিয়াগুলিতে কি রকম রাসায়নিক এবং বাহ্যিক পরিবর্তন হয় সমীকরণ সহ উল্লেখ কর :

5. State giving equations and mentioning visible changes, if any, what happens when :—

(a) অ্যালুমিনিয়াম চূর্ণ এবং ফেরিক অক্সাইডের মিশ্রণ উত্তপ্ত করা হইল।

(a) A mixture of aluminium powder and ferric oxide is heated. [পৃ: 614]

(b) লঘু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড মিশ্রিত ফেরিক ক্লোরাইড দ্রবণে দস্তা-চূর্ণ যোগ করা হইল।

(b) Zinc dust is added to a solution of ferric chloride acidified with dilute hydrochloric acid. [পৃ: 103]

(c) সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড দ্রবণ আস্তে আস্তে সাধারণ ফিটকিরি (Common alum) দ্রবণে যোগ করা হইল।

(c) A solution of sodium hydroxide is slowly added to a solution of common alum.

[সাধারণ ফিটকিরি $K_2SO_4,Al_2(SO_4)_3$, 24 H_2O ; 592 পৃষ্ঠায় NaOH-এর সহিত $Al_2(SO_4)_3$ দ্রবণের বিক্রিয়া দেখ।]

(d) চুনের (Quick lime) একটি টুকরা জলের মধ্যে নিক্ষেপ করা হইল।

(d) A piece of quick lime is dropped into water. [পৃ: 278]

(e) রেড লেড ও গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড একত্রে উত্তপ্ত করা হইল।

(e) Red lead is heated with conc. hydrochloric acid. [পৃ: 619]

6. নিম্নলিখিত পদার্থগুলির প্রস্তুত-প্রণালী ও ব্যবহার বর্ণনা কর :

(a) অনার্দ্র অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইড, (b) কাঁচ, (c) কস্টিক সোডা

6. Describe the preparation and uses of the following :

(a) Anhydrous aluminium chloride, (b) glass, (c) caustic soda. Ans. [(a) Q. 265 (5) ; (b) Q. 267 ; (c) Q 237]

Group C

7. পরীক্ষাগারে মিথেন কি ভাবে প্রস্তুত করা হয় ? ইহা যে সম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বন তাহা কি ভাবে প্রমাণ করিবে ? মিথেন ও ইথিলীনের মিশ্রণ হইতে উপাদানগুলিকে কি ভাবে পৃথক করিবে ? মিথেনের মধ্যে কার্বনের অস্তিত্ব কি ভাবে প্রমাণ করিবে ?

7. How is methane prepared in the laboratory ? How would you prove that it is a saturated hydrocarbon ? How would you separate the components in a mixture of methane and ethylene ? How would you prove that methane contains carbon ?

Ans. [Q. 272 এবং Q 275 (b)]

8. নিম্নলিখিত বিষয়গুলি সম্বন্ধে যাহা জান লিখ :

(a) ফর্মালীন, (b) পাইরোলিগনিয়াস অ্যাসিড, (c) ওয়াটার গ্যাস।

8. Write what you know of the following :

(a) Formalin, (b) Pyroligneous acid, (c) Water gas

Ans. [(a) Q. 283 ; (b) পৃঃ 646, 664, 674 ; (c) Q. 268 (c)]

9. (a) আলকাতরা ও কেরোসিন কি প্রকারে পাওয়া যায় ? ইহাদের মধ্যে প্রধানতঃ কোন শ্রেণীর জৈব পদার্থ বিদ্যমান ? আলকাতরার আংশিক পাতনে সংগৃহীত ভিন্ন ভিন্ন অংশ এবং তাহাদের প্রধান প্রধান উপাদানগুলির উল্লেখ কর।

(b) ক্লোরোফর্ম, ফর্মিক অ্যাসিড ও ইথাইল অ্যাসিটেটের গঠনমূলক সঙ্কেত লিখ।

9. (a) How are coal tar and kerosene obtained ? What main classes of organic compounds are present in them ? Mention the different fractions with their principal constituents obtained from the fractional distillation of coal tar.

(b) Write the structural formulae of chloroform, formic acid and ethyl acetate. Ans. [(a) পৃ: 647, Q. 300 ; (b) পৃ: 662 677, $CH_3—CO—O\ C_2H_5$]

Group D

10. (a) ধাতুমূলক সনাক্তকরণে কোবাল্ট-নাইট্রেট পরীক্ষা কিভাবে করিয়াছ বর্ণনা কর। জিঙ্ক সালফেট ও অ্যালুমিনিয়াম সালফেট লবণ লইয়া এই পরীক্ষা করিলে সম্ভাব্য নিরীক্ষা কি হইবে ?

(b) ফেরাস সালফেট লবণে ধাতব মূলক নির্ণয়ের জন্য কি কি সিক্ত পরীক্ষা করিবে ?

(c) সালফিউরিক অ্যাসিড দ্রবণের সহিত সোডিয়াম কার্বনেট দ্রবণ এবং হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের সহিত কষ্টিক সোডা দ্রবণের টাইট্রেশনে কোন্ কোন্ নির্দেশক ব্যবহার করিবে ?

10. (a) Describe how you have performed the cobalt nitrate test for the detection of metallic radicals. State the observations when this test is performed with zinc sulphate and with aluminium sulphate.

(b) What tests would you perform to indentify the basic radical in a ferrous sulphate sample by the wet method ?

(c) What indicators would you use for the titration of sulphuric acid solution with sodium carbonate solution and for the titration of hydrochloric acid with caustic soda solution ?

Ans. [(a) Misc. Q. 12 (2) পৃ: 719 ; (b) Misc. Q. 13, পৃ: 721 ; (c) মিথাইল অরেঞ্জ ; ফিনলথ্যালিন]

1974

First Paper

গ্রুপ (group) "C"-এর ১০ নং প্রশ্ন অবশ্যই উত্তর করিতে হইবে। "A" ও "B" গ্রুপ হইতে যে-কোন পাঁচটি প্রশ্নের উত্তর লিখিতে হইবে। ইহাদের মধ্যে কোনও গ্রুপ হইতে তিনটির বেশী লওয়া চলিবে না।

Group A

১। টীকা লিখ :—

(ক) জারণ ও বিজারণ, (খ) ঘনত্ব ও বাষ্প-ঘনত্ব, (গ) কৃষ্ট্যালয়েড ও কলয়েড।

1. Write short notes on :—(a) oxidation and reduction, (b) density and vapour density, and (c) crystalloids and colloids.

Ans. [(a) Q. 82 ; (b) পৃঃ 297, 310 ; (c) Q. 26]

২। নির্দিষ্ট পরিমাণ কোন একটি গ্যাসের উষ্ণতা, চাপ ও আয়তনের মধ্যে যে সম্পর্ক বর্তমান তাহা প্রতিষ্ঠিত কর। যে-সকল সূত্র হইতে উক্ত সম্পর্কটি পাওয়া যায় সেইগুলি বিবৃত কর। পরম বা চরম শূন্যের তাৎপর্য্য কি?

স্থির চাপে 0°C হইতে ৩৫°C উষ্ণতা বৃদ্ধিতে কোন গ্যাসের আয়তন ১ লিটার হইতে বৃদ্ধি পাইয়া ১'১২৮ লিটার হইল। ইহা হইতে পরমশূন্যের মান (সেন্টিগ্রেড মাত্রায়) নির্ণয় কর।

2. Establish the relation between temperature, pressure and volume of a given mass of a gas. State the laws from which the said relation is obtained. What is the significance of absolute zero?

A gas expands from 1 litre to 1·128 litre due to a rise of temperature from 0°C to 35°C at constant pressure. From this calculate the value of absolute zero (in centigrade scale).

Ans. [Q. 141, Q. 139, পৃঃ 295]

মনে কর, 0°C-এ গ্যাসের আয়তন V_o, t°C-এ গ্যাসের আয়তন V_t। এখন $V_t = V_o + V_o.\alpha \times t$, যেখানে α একটি নির্দিষ্ট ভগ্নাংশ। সুতরাং,

$$1{\cdot}128 = 1 + 1 \times \alpha \times 35 \text{ বা } 0{\cdot}128 = \alpha \times 35$$

$$\therefore \quad \alpha = \frac{0{\cdot}128}{35} = \frac{1}{273{\cdot}4}$$

$$V_t = Vo + Vo \times \frac{t}{273.4} = Vo\ (1 + \frac{t}{273.4})$$

এখন তাপমাত্রা t-কে $-273.4°C$ করিলে,

$V_t = Vo \times 0 = 0$ হয়। সুতরাং $-273.4°C$ তাপমাত্রায় কোন পরিমাণ গ্যাসের আয়তন তত্ত্বীয় অর্থে শূন্য হয়। এই তাপমাত্রা হইল পরমশূন্য। সুতরাং সেন্টিগ্রেড মাত্রায় পরমশূন্যের মান হইল $-273.4°C$।

৩। (ক) স্থিরানুপাত-সূত্রটি বিবৃত ও ব্যাখ্যা কর। একটি উদাহরণের সাহায্যে দেখাও যে, উহার বিপরীত বিবৃতিটি সর্বদা সত্য হয় না।

(খ) দেওয়া আছে, (i) কোন ধাতুর ০·৩৬ গ্রাম ওজন, অক্সিজেনে পোড়াইলে ০·৬০ গ্রাম অক্সাইড উৎপন্ন করে, (ii) ঐ ধাতুর কার্বনেটে ২৮·৫৭% ধাতু বর্তমান। এক গ্রাম পরিমাণ ঐ কার্বনেটকে উত্তপ্ত করিলে কত ওজনের অক্সাইড পাওয়া যাইবে—তাহা ঐ সূত্রের সাহায্যে নির্ণয় কর।

3. (a) State and explain the law of constant or definite proportions. Show, with one example, that the converse statement is not always true

(b) Given that (i) 0·36 gm. wt. of a metal when burnt in oxygen yields 0·60 gm. oxide ; (ii) carbonate of that metal contains 28·57% of the metal. Determine, with the help of the law, the wt. of the oxide which will be obtained by heating 1 gm. of that carbonate.

Ans. [(a) Q. 90 (a); নর্মাল বিউটেন ও আইসো বিউটেন, C_4H_{10} (b) 213 পৃষ্ঠার ২নং উদাহরণ দেখ।]

৪। (ক) সূত্র ও প্রকল্পের মধ্যে পার্থক্য দেখাও।

(খ) অ্যাভোগাড্রো প্রকল্পটি বিবৃত কর। দেখাও যে হাইড্রোজেনের অণুতে কমপক্ষে হাইড্রোজেনের দুইটি পরমাণু আছে।

(গ) 0°C উষ্ণতা ও ৭২২ মিঃ মিঃ চাপে মাপা হইয়াছে এমন ২০ লিটার কার্বন ডাই-অক্সাইডের ওজন গণনা কর (C = ১২, O = ১৬)।

4. (a) Distinguish between law and hypothesis.

(b) State Avogadro's hypothesis. Show that a molecule of hydrogen contains at least 2 atoms of hydrogen.

Ans. [(a) পৃঃ 318, Q. 143; (b) Q. 145]

(c) Calculate the weight of 20 litres of carbon dioxide measured at 0°C and 722 m. m. pressure (C=12, O=16).

Ans. [N. T. P. তে CO_2-এর আয়তন V হইলে,

$$\frac{760 \times V}{273} = \frac{722 \times 20}{273} \text{ বা } V = \frac{722 \times 20}{760} = 19 \text{ লিটার।}$$

N. T. P.-তে 22·4 লিটার CO_2-এর ওজন = 44 গ্রাম

∴ 19 লিটার „ „ $= \frac{44 \times 19}{22 \cdot 4} = 37 \cdot 32$ গ্রাম।]

৫। (ক) ভৌত পরিবর্তন ও রাসায়নিক পরিবর্তনের পার্থক্য উপযুক্ত উদাহরণ সহযোগে বুঝাইয়া দাও। (খ) কেলাস জল বলিতে কি বোঝ ?

নীল ভিট্রিয়লের আণবিক সংকেত $CuSO_4 . nH_2O$। ইহার এক গ্রাম উত্তপ্ত করিলে ০·৬৩৮ গ্রাম স্থির ওজনের একটি অবশেষ পাওয়া যায়। n-এর মূল্য নির্ণয় কর।
(Cu=৬৩·৫, S=৩২, O=১৬)

5. (a) Explain, with suitable examples, the differences between physical and chemical changes.

(b) What do you mean by water of crystallisation ?

The formula of Blue Vitriol is $CuSO_4 . nH_2O$. On heating one gram of this, a residue of constant weight equal to 0 638 gm. is obtained. Find the value of n (Cu=63 5, S=32, O=16)

Ans. [(a) Q. 3 ; (b) Q. 19 (a).

অঙ্ক : 47 পৃষ্ঠার 2নং উদাহরণ দেখ।]

Group B

৬। (ক) রসায়নাগারে ক্লোরিন কিরূপে প্রস্তুত করা হয় তাহা বর্ণনা কর। ব্যবহৃত উপকরণ বা যন্ত্রপাতির চিত্র অঙ্কন কর। (খ) নিম্নলিখিতদের সঙ্গে ইহা কিরূপ বিক্রিয়া করে সমীকরণসহ বিবৃত কর :—(i) শুষ্ক কলিচুন বা স্লেকেড্ লাইম, (ii) কার্বন মনোক্সাইড, (iii) হাইড্রোজেন সাল্ফাইড।

6. (a) Describe how chlorine is prepared in the laboratory. Give a sketch of the apparatus used.

(b) State, with equations, how it does react with the

following ; (i) dry slaked lime, (ii) carbon monoxide, (iii) hydrogen sulphide.

Ans. [Q. 156, Q. 163]।

৭। খর জল ও মৃদু জল কাহাকে বলে ? জলের খরতার কারণ কি ? অস্থায়ী ও স্থায়ী খরতা দূরীকরণের একটি কার্যকরী প্রণালী বর্ণনা কর।

7. What are hard water and soft water ? What is the hardness of water due to ? D.scribe one effective method of removing both temporary and permanent hardness of water.

Ans. [Q. 59 (a), পৃ: 116—পারমুটিট পদ্ধতি]

৮। হাবার পদ্ধতিতে অ্যামোনিয়ার বাণিজ্যিক উৎপাদন বর্ণনা কর। অ্যামোনিয়ার অধিক উৎপাদনের উপর চাপ ও উষ্ণতার প্রভাব আলোচনা কর।

ক্যালসিয়াম সালফেট চূর্ণ মিশ্রিত জলে এই গ্যাস কার্বন ডাই-অক্সাইডের সহিত একযোগে প্রবাহিত করিলে কি ঘটে—তাহা সমীকরণ সহ বর্ণনা কর।

8. Describe the commercial preparation of ammonia by Häber's process. Discuss the effect of pressure and temperature on high yield of ammonia.

Describe, with equation, what happens when this gas is passed along with carbon di-oxide into water containing powdered calcium sulphate.

Ans. [Q. 94, পৃ: 230-231]

৯। কি ঘটে—সমীকরণ সহ বর্ণনা কর, যখন—

(ক) অ্যামোনিয়া দ্রবণে ক্লোরিন গ্যাস প্রবাহিত করা হইল, (খ) কার্বন মনোক্সাইড গ্যাস তপ্ত কপার অক্সাইডের উপর চালনা করা হইল, (গ) সালফার ডাই-অক্সাইড গ্যাস ফেরিক ক্লোরাইড দ্রবণে প্রবাহিত করা হইল, (ঘ) ফসফরাস যখন ঘন নাইট্রিক অ্যাসিড সহযোগে উত্তপ্ত করা হইল, এবং (ঙ) পটাসিয়াম আয়োডাইডের জলীয় দ্রবণে আয়োডিনের একটি কেলাস ফেলিয়া নাড়ান হইল।

9. State, with equations, what happens when :—

(a) chlorine gas is passed into ammonia solution, (b) carbon monoxide gas is passed over heated copper oxide, (c) sulphur dioxide gas is passed into ferric chloride solution, (d) phosphorus

is heated with conc. nitric acid, and (e) a crystal of iodine is shaken with an aqueous solution of potassium iodide.]

[(a) Q. 163 (ix); (b) Q. 138 (vii); (c) Q. 183 (iv); (d) Q. 117 (b); (e) পৃ: 380, Addl. Q. 4 $KI+I_2=KI_3$]

Group C

১০। (ক) সোডিয়াম সালফাইটের উপর লঘু সালফিউরিক অ্যাসিডের বিক্রিয়াজাত গ্যাসটিকে অম্লীকৃত পটাসিয়াম ডাই-ক্রোমেট দ্রবণে সিক্ত কাগজে চালিত করিলে কি ঘটে তাহা সমীকরণ সহ বিবৃত কর।

(খ) কোন একটি লবণ জলে দ্রবণীয় সালফাইট বা কার্বনেট হইতে পারে। উপযুক্ত শুষ্ক ও সিক্ত পরীক্ষা সকলের দ্বারা কিরূপে অম্লমূলকটি সনাক্ত করিবে?

10. (a) State, with equations, what happens when the gas evolved on treatment of sodium sulphite with dilute sulphuric acid is passed over a paper soaked in acidified potassium dichromate solution.

(b) A salt may be a water-soluble sulphite or a carbonate. How would you identify the acid radical with suitable dry and wet tests?

Ans. [(a) পৃ: 414, (b) Q. 185 (a) এবং Q 135 (b)]

1974

Second Paper

গ্রুপ (group) "D"-এর ১০ নং প্রশ্নের উত্তর অবশ্যই দিতে হইবে। A, B এবং C গ্রুপ হইতে যে-কোন পাঁচটি প্রশ্নের উত্তর লিখিতে হইবে, কিন্তু কোন গ্রুপ হইতে দুইটির বেশী নেওয়া চলিবে না।

Group A

1. (a) ফ্যারাডের তড়িৎ-বিশ্লেষণ সম্পর্কিত সূত্রগুলি বিবৃত কর। তড়িৎ-রাসায়নিক তুল্যাঙ্ক কি? ইহার সহিত রাসায়নিক তুল্যাঙ্কের সম্পর্ক নির্ণয় কর।

(b) চার অ্যাম্পিয়ার তড়িৎ-প্রবাহ এক লিটার পরিমাণ 1·2 মোলার (molar) কপার সালফেট দ্রবণের মধ্যে কতক্ষণ চালনা করিলে 10 gms কপার উৎপন্ন হইবে?

(Cu=63, 1 Faraday=96,500 Coulombs)

1. (a) State Faraday's Laws of Electrolysis. What is electro-chemical equivalent ? How is it related to chemical equivalent ?

(b) For how long a current of 4 amperes is to be passed through 1 litre of a 1·2 molar copper sulphate solution to produce 10 gms. of copper. (Cu=63 ; 1 Faraday=96,500 Coulombs)

Ans. [(a) Q. 206]

(b) কপারের রাসায়নিক তুল্যাঙ্ক $=\frac{63}{2}=31·5$ । সময় t সেকেণ্ড হইলে তড়িতের পরিমাণ $=t\times4$ কুলম্ব ।

96500 কুলম্ব নির্গত করে 31·5 গ্রাম কপার

$\therefore$ $t\times4$ কুলম্ব নির্গত করিবে $\frac{31·5\times t\times4}{96500}$ গ্রাম কপার এবং এই

পরিমাণ = 10 গ্রাম ।

$\therefore$ $\frac{31·5\times t\times4}{96500}=10$ বা $t=\frac{10\times96500}{31·5\times4}=7658$ সে. = 2 ঘ.

7 মি. 38 সে. ।]

2. (a) প্রশমন ক্রিয়া কাহাকে বলে ? ইহার আয়নীয় (ionic) ব্যাখ্যা দাও । এই প্রক্রিয়ায় নির্দেশক ব্যবহার সম্বন্ধে যাহা জান লিখ ।

(b) 10 c. c. ঘন সালফিউরিক অ্যাসিড (ঘনত্ব 1·83) লইয়া জল মিশাইয়া 1 লিটার করা হইল । এই দ্রবণের 20 c. c. প্রশমিত করিতে 0·25 N মাত্রার 28 c. c. সোডিয়াম কার্বনেট দ্রবণের প্রয়োজন হয় । গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডটিতে কত ভাগ অ্যাসিড ছিল ? এই প্রশমন ক্রিয়ায় তুমি কোন্ নির্দেশক ব্যবহার করিবে ?

2. (a) What is neutralisation ? Give an ionic interpretation of the process. Write what you know about the use of indicators in the process.

(b) 10 c.c. of conc. sulphuric acid (sp. gr. 1·83) is diluted with water so as to make 1 litre of the solution. 20 c.c. of of this solution require 28 c.c. of 0·25 N sodium carbonate solution. What was the percentage of acid in the conc. sulphuric acid sample ? What indicator would you use for this titration ?

Ans. [(a) Q. 214 (a) ; Q. 215 (c) ;

$20 \times S = 28 \times 0{\cdot}25$ N, যেখানে S লঘু অ্যাসিডের মাত্রা

$\therefore \quad S = \frac{28 \times 0{\cdot}25}{20} = 0{\cdot}35$ N

∴ প্রতি লিটারে গ্রাম হিসাবে ওজন $= 0{\cdot}35 \times 49 = 17{\cdot}15$ গ্রাম।

এই পরিমাণ অ্যাসিড আছে নমুনার 10 c. c-তে।

গাঢ় অ্যাসিডের ওজন $= 1{\cdot}83 \times 10 = 18{\cdot}3$ গ্রাম।

18·3 গ্রাম গাঢ় অ্যাসিডে H_2SO_4 আছে 17·15 গ্রামে

∴ 100 গ্রাম " " " $\frac{17{\cdot}15 \times 100}{18{\cdot}3} = 93{\cdot}7$ "

∴ শতকরা মাত্রা = 93·7%.]

3. নিম্নলিখিত বিষয়গুলি সম্পর্কে সংক্ষিপ্ত টীকা লিখ :—

(a) সমাকৃতি-সূত্র, (b) আর্দ্র-বিশ্লেষণ, (c) পরমাণু-ক্রমাঙ্ক ও আইসোটোপ।

3. Write short notes on the following :—

(a) Law of isomorphism, (b) Hydrolysis. (c) Atomic number and Isotope.

Ans. [(a) Q 199 (b); (b) Q. 214 (b); (c) পৃঃ 553, এবং Q. 225]

Group B

4. অ্যালুমিনিয়ামের প্রধান আকরিকের নাম লিখ। ইহা হইতে অ্যালুমিনিয়াম ধাতুর নিষ্কাশন-পদ্ধতি সমীকরণ সহ বর্ণনা কর। মৌলটির দুইটি রাসায়নিক ধর্ম ও বিক্রিয়া উল্লেখ করিয়া প্রমাণ কর যে ইহা একটি ধাতু।

একটি অ্যালুমিনিয়াম পাতকে কপার সালফেট দ্রবণে ডুবাইলে কি হইবে ?

4. Name the chief ore of aluminium. Describe with equations how aluminium is extracted from this ore. Mention two chemical properties and reactions of this element to prove that it is a metal.

What happens when an aluminium foil is dipped into a solution of copper sulphate ?

Ans. [Q. 252. 230 (d), পৃঃ 614]

5. নিম্নলিখিত প্রক্রিয়াগুলিতে কি হয় সমীকরণ সহ ব্যাখ্যা কর :—

(a) কপারকে গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডের সহিত ফুটান হইল।

(b) লোহিত-তপ্ত লৌহের উপর বাষ্প চালনা করা হইল।

(c) এক টুক্‌রা ক্যালসিয়াম জলের মধ্যে নিক্ষেপ করা হইল।

(d) জ্বলন্ত ম্যাগনেসিয়ামের টুক্‌রা কার্বন ডাই-অক্সাইডের পাত্রের মধ্যে প্রবেশ করান হইল।

(e) উত্তপ্ত অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইড ও কার্বনের মিশ্রণের উপর ক্লোরিন গ্যাস প্রবাহিত করা হইল।

5. Explain, with equations, what happens when :—

(a) copper is heated with conc sulphuric acid.

(b) steam is passed over red-hot iron.

(c) a piece of calcium is dropped into water.

(d) a piece of burning magnesium is introduced into a jar of carbon di-oxide gas.

(e) chlorine gas is passed over a hot mixture of aluminium oxide and carbon.

Ans. [(a) পৃ: 400; (b) পৃ: 105; (c) পৃ: 104; (d) পৃ: 270; (e) পৃ: 632.]

6. নিম্নলিখিত পদার্থগুলির প্রস্তুত-প্রণালী ও ব্যবহার বর্ণনা কর :—

(a) অ্যালুমিনা, (b) তুঁতে, (c) চুন।

6. Describe the preparation and uses of the following :—

(a) alumina, (b) blue vitriol, (c) lime.

Ans. [(a) এবং (b) Q. 265; (c) Q. 128]

Group C

7. (a) রসায়নাগারে কিভাবে মিথেন প্রস্তুত করিবে? প্রস্তুতির যান্ত্রিক ব্যবস্থার একটি পরিচ্ছন্ন চিত্র অঙ্কন কর।

(b) মিথেনের সহিত ক্লোরিন কিভাবে বিক্রিয়া করে—সমীকরণ সহ উল্লেখ কর।

(c) ইহা যে একটি সম্পৃক্ত যৌগ তাহা কিভাবে প্রমাণ করিবে?

7. (a) How would you prepare methane in the laboratory?

Give a neat sketch of the apparaturs used. (b) Describe, giving equations, how methane reacts with chlorine. (c) How would you prove that it is a saturated compound ?

Ans. [Q. 272]

8. গ্লুকোজ হইতে ইথাইল অ্যালকোহল কিভাবে প্রস্তুত করা হয় বর্ণনা কর। ইহার সহিত ঘন সালফিউরিক অ্যাসিড ও সোডিয়াম ধাতু কিভাবে বিক্রিয়া করে সমীকরণ সহ উল্লেখ কর। মেথিলেটেড স্পিরিট কি ?

8. Describe how ethyl alcohol is prepared from glucose. State giving equations how it reacts with conc. sulphuric acid and metallic sodium ? What is methylated spirit ?

Ans. [Q 280, 281]

9. নিম্নলিখিত বিষয়গুলি সম্বন্ধে যাহা জান লিখ :—

(a) ফর্মালিন. (b) কাঁচা কয়লা হইতে উৎপন্ন গ্যাসীয় জ্বালানী, (c) সমগণীয় শ্রেণী।

9. Write what you know of the following :—

(a) Formalin, (b) A gaseous fuel derived from soft coal, (c) Homologous series.

Ans. [(a) Q. 283 (b) Q. 269 (c) Q 276 (4)].

Group D

10. ধাতুমূলক সনাক্ত করণে সোহাগাগুটী-পরীক্ষা কিভাবে করিয়াছ বর্ণনা কর। শুষ্ক ও সিক্ত পরীক্ষা দ্বারা জিঙ্ক সালফেট লবণে ধাতব মূলক জিঙ্ক-এর উপস্থিতি কিভাবে প্রমাণ করিবে ?

10. Describe how you have performed the borax-bead test for the detection of metallic radicals. How would you prove the presence of zinc in a sample of zinc sulphate by dry as well as by wet tests ?

Ans. [Misc Q 12 (4) —পৃঃ 719, ঐ Q. 13—পৃঃ 723]